ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 174 1971

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГЛИН В СВЯЗИ СО СТРУКТУРНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ОБЖИГЕ

П.Г. УСОВ, Э.А. ГУБЕР

(Представлена научным семинаром кафедры технологии силикатов)

Механическую прочность изделий из глин при обжиге связывают в основном с явлением плавления и объясняют цементированием структуры затвердевшим расплавом. Исследованием поведения суглинков при обжиге установлено, что в сложении прочной структуры явления плавления не являются главными, представляя собой конечную ступень довольно сложного процесса образования прочности. Слагается же прочность на более ранней стадии при более низких температурах. Способность глин слагать прочную структуру изделий при сушке и обжиге при низких температурах является индивидуальным свойством и названа нами реакционной способностью глин. Для количественной оценки этого свойства принят показатель – механическая прочность изделии после обжига при температуре 800°, т. е. ниже температуры появления первичного расплава.

Исследования по изучению изменения механической прочности изделий в связи со структурными изменениями глинистых минералов при обжиге должны были дать некоторые сведения, позволяющие выявить, какова соотносительная роль структуры и реакционной способности в глинах разного минералогического состава.

Известно, что сырье разного минералогического состава претерпевает структурные изменения в различной степени при различных температурах. Следует полагать, что и закономерность нарастания механической прочности должна была бы быть различной у глин разного минералогического состава, находясь, вероятно, в какой-то зависимости от структуры глинообразующего минерала. В связи с этим объектами исследования явились пробы разного минералогического состава, которые и подвергались обжигу.

Выбранные для исследования пробы примерно полиминеральны и отличаются не только по структуре глинообразующего минерала, но и по количественному соотношению закристаллизованного глинистого минерала и коллоидной составляющей. Исследуемые породы (фракции мельче 5 *мк*) характеризуются данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Название породы	Количество, %		Состав коллоидов (в %) на прокаленный остаток				
	закристаллизованного минерала	коллоидов	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
Еленинский каолин	94,0	6,0	51,95	39,00	4,72	2,22	2,22
Прокопьевский монтмориллонит	70,0	30,0	61,52	21,36	7,23	3,20	6,00
Часов-Ярская глина	92,0	8,0	52,12	38,42	1,62	4,70	2,26
Омутнинская глина (серицит)	100	нет	—	—	—	—	—

Нами указывалось [1], что реакционная способность связана с количеством и составом коллоидов, так как с удалением их из породы способность слагать механическую прочность изделий у глин очень резко снижается.

Нарастание прочности при низких температурах обжига (до 800°С) происходит за счет твердофазных реакций в затвердевших коллоидных пленках, которые качественно у разных минералов различны. Так, у каолинита и Часов-Ярской глины коллоидные пленки, обволакивающие кристаллический глинистый минерал, по составу близки самому глинистому минералу, у монтмориллонита состав коллоидов значительно сложнее. Поскольку коллоидные пленки качественно различны, реакции, происходящие в них при сушке и обжиге, обусловливают различие в активностях глин разного минералогического состава.

Какова же роль структуры самих кристаллических глинистых минералов, количество которых превышает содержание коллоидной части?

В литературе имеется указание, что для трехслойных минералов типа талька изменение свойств с обжигом [2] возможно объяснить за счет сдвигов, которые происходят в структуре талька в отличие от каолинита, где сдвиги, по мнению А.И. Августиника, приводят к рассыпанию пакета на свои элементарные части.

Об изменениях в структурах при обжиге и о температурных фазах имеется достаточно литературных сведений [3, 4, 5]. Выяснение зависимости структурных изменений с прочностной характеристикой изделий явилось предметом исследования. Обжиг проведен от 100 до 1200°С с интервалом в 100° на образцах каждой минеральной разности (полученных из пластичного теста). Показатель прочности определен как среднее показание из данных трех образцов, испытанных в сухом состоянии и после насыщения их водой. Для каждой минеральной разности сняты и расшифрованы рентгенограммы необожженных образцов и образцов, обожженных до 400, 600, 800 и 1000°С.

Изменение механической прочности с увеличением температуры обжига у каждой минеральной разности приведено на рис. 1. Как видно из рисунка, механическая прочность при 800° у глин разного минералогического состава различна. Так, активность очень низка у образца из каолинита и серицитовой глины, она значительно выше у Часов-Ярской глины и еще больше у образца и из монтмориллонита, причем у двух последних проб механическая прочность достаточно велика даже при низких температурах. Процесс нарастания прочности во всем температурном интервале у проб разного минералогического состава неодинаков.

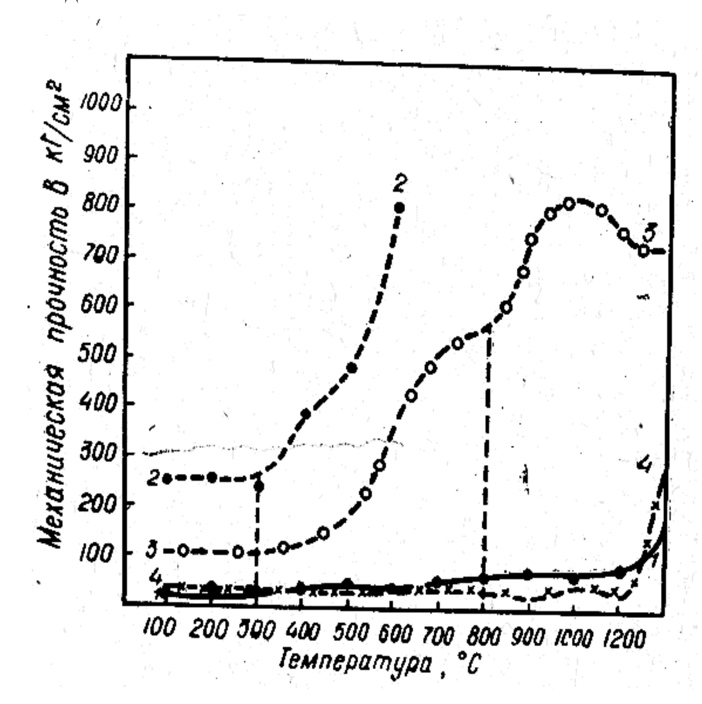


Рис. 1. *Нарастание механической прочности у глин разного минералогического состава: 1-1 — Еленинский каолит; 2-2 — Прокопьевский монтмориллонит; 3-3 — Часов-Ярская глина; 4-4 — Омутинская глина*

У каолинита и серицита σ сжатия не изменяется от 100 до 1100°, у монтмориллонита и Часов-Ярской глины σ сжатия начинает резко возрастать при 300°. Резкого снижения механической прочности не наблюдается ни на одном отрезке графика изменения прочности. Между тем обжиг до 1200° сопровождается глубокими изменениями структуры.

Явления, происходящие при нагревании глинистых минералов на определенной стадии нагрева, нельзя рассматривать отдельно от процесса обезвоживания; при нагреве до сравнительно высоких температур изменения могут быть связаны с другими процессами.

Обезвоживание у каолинита происходит в интервале температур 500–550° и приводит к образованию метакаолина.

Исследованиями структуры метакаолина [4] установлено, что метакаолин сохраняет хорошо упорядоченную структуру, несмотря на то, что она не обладает трехмерной правильностью, периодичность сохраняется в двух направлениях в плоскости *a* и *b* и не имеет периодичности в направлении *c*, т. е., при нагревании каолина до 550° слоистая структура сохраняется (структура каолина наследуется), но сокращение межплоскостного расстояния до 6,3 Å (вместо 7,15 Å), вызванного обезвоживанием, нарушает периодичность в направлении, перпендикулярном к этой слоистости. На изменение прочности указанные процессы влияния не оказывают.

Метакаолин представляет собой промежуточную стадию в закономерном переходе от каолинита к кубической фазе – шпинели. Этот переход происходит в некотором температурном интервале (550–925°С) и характеризуется следующими изменениями в структуре.

Образующаяся при 550° структура при дальнейшем нагревании значительно уплотняется (плотность растет непрерывно), что объясняют [5] прогрессирующим вхождением двух кислородов элементарной ячейки в полости слоя Si–O, образуя более сжатую последовательность. Такая система, в которой поочередно располагаются в слои 6 и 8 кислородов, нестабильна и приводит к выделению SiO_2, образуя новую последовательность, которую расшифровывают теперь как фазу шпинелевого типа – алюмокремневую шпинель [5].

Схематически все изменения можно изобразить так, как указано в табл. 2.

Таблица 2

Фаза	Температура, °С	Последовательность слоев
Каолинит необожженный		$[O_6Si_4O_6Al_4O_2(OH)_4] — [O_6Si_4O_6Al_4O_2(OH)_4]$
Метакаолин	выше 550	$(O_6Si_4O_6Al_4O_2) — (O_6Si_4O_6Al_4O_2)$
То же	950	$O_8Si_4O_6Al_4 — O_8Si_4O_6Al_4 —$
Шпинель	выше 925	$O_8Si_3O_6Al_4O_6Si_3$ . . . .

Несмотря на изменения последовательности слоев, механическая прочность изделия, обожженного до 900°, не возрастает.

Шпинелевая фаза существует в коротком интервале температур от 925–1075°, т. е. она термически неустойчива, позволяя миграции из структуры SiO_2.

Быстрое, резкое нарастание прочности происходит при 1000°, в момент существования шпинелевой фазы. Муллит появляется при 1050°, который при дальнейшем обжиге увеличивает кристалличность, вместе с этим продолжается выделение SiO_2 и при 1400° кристаллическая решетка приобретает параметры, соответствующие составу муллита, – $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (силлимонитовой структуры).

Вместе с этими изменениями идет и нарастание прочности, вызванное глубокими структурными изменениями, вероятно, не без участия расплава.

Определение фазовых изменений, происходящих при нагревании глинистых минералов, производят главным образом рентгеновским методом. Анализ рентгенограмм каолинита (рис. 2) подтверждает устойчивость структуры каолинита до 600°. На рентгенограмме образца, обожженного при 600°, рефлексов очень мало и слабой интенсивности. При обжиге на 800° появляются рефлексы, характерные для кварца, и некоторые новые с $d = 4{,}71$ и $d = 3{,}70$ средней интенсивности, очевидно, принадлежащие Al–Si – шпинели. При 1000° сохраняются линии кварца и усиливаются шпинелевые. Таким образом, рентгеновским анализом устанавливаются каолинит, кварц и шпинель, а фаза, образующаяся около 600°, видимо, из-за неправильности решетки дает едва заметные рефлексы.

Обезвоживание монтмориллонита начинается в интервале температур 100–200°, что сопровождается, уменьшением размеров ячейки вдоль оси *c* от 10,0 Å до 9,4 Å [2]. Потеря межпакетной воды не сказывается на механической прочности образца. Потеря гидроксильной воды начинается около 500° и заканчивается около 800°, достигая максимума около 700°. Согласно Тило, Грима и Бредли [2], у монтмориллонита при удалении гидроксильной воды слоистый тип сохраняется до температур 800–900°. При этом наблюдается лишь незначительное изменение относительного расположения слоев; период идентичности

вдоль оси *c* увеличивается на 0,1–0,3 Å, вызывая перегруппировку октаэдрического слоя. Потеря гидроксильной воды и те перегруппировки, которые имеют место в структуре, заметного влияния на механическую прочность не оказывают. У монтмориллонита σ сжатия начинает расти около 300° и продолжает возрастать до 600°, после чего образцы вспучились.

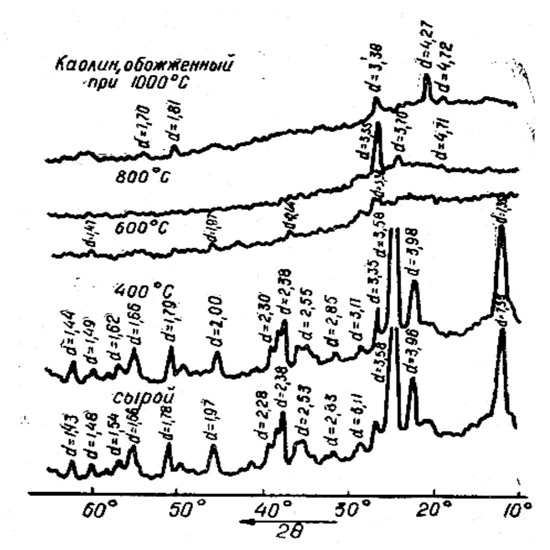


Рис. 2. *Рентгенограммы образцов каолинита, обожженных до разных температур*

При обжиге на температуры выше 800° у различных монтмориллонитов могут образоваться различные первичные фазы: либо шпинель, либо кварц. Новая фаза в первом случае образуется из октаэдрических слоев структуры глины, во втором – из тетраэдрических. Кварц будет развиваться при этом в монтмориллонит в том случае, если отсутствует замещение в тетраэдрическом слое, а шпинель – при наличии значительного замещения в тетраэдрических слоях кремния на алюминий и при низком содержании железа. Исследованиями Бредли и Грима [2] установлено, что высокотемпературные фазы зависят от структурных особенностей самого монтмориллонита. Начальные фазы должны быть наследственными по отношению к первоначальной структуре; более поздние фазы, развивающиеся при более высоких температурах, зависят от валового состава, "наследственность" играет незначительную роль.

На рентгенограммах обожженных образцов из монтмориллонита (рис. 3) при 400° обнаруживается монтмориллонит и кварц (последний находится и в исходной пробе), далее интенсивность линий монтмориллонита падает, а кварца – усиливается. При 800° линии в основном очень размыты из-за образующейся шпинелевой фазы, не имеющей очевидно, определенного состава. Линии кварца сохраняются. На рентгенограмме образца, обожженного до 1000°, усиливаются те рефлексы, которые были размытыми при 800°, т. е. происходит рост частичек шпинели. Следует заметить, что монтмориллонит в отличие от каолинита в необожженном состоянии дает рентгенограмму со сравнительно слабой интенсивностью рефлексами по причине разбавления на 1/3 коллоидами. Наличие в монтмориллоните железа значительно. снижает плавкость, поэтому образцы при 700° деформируются. Таким образом, у монтмориллонита рентгеновским анализом обнаруживаются изменения кристаллических фаз в процессе обжига, а следовательно, имеют место структурные изменения, которые не сказываются на σ сжатия (она непрерывно растет с повышением температуры).

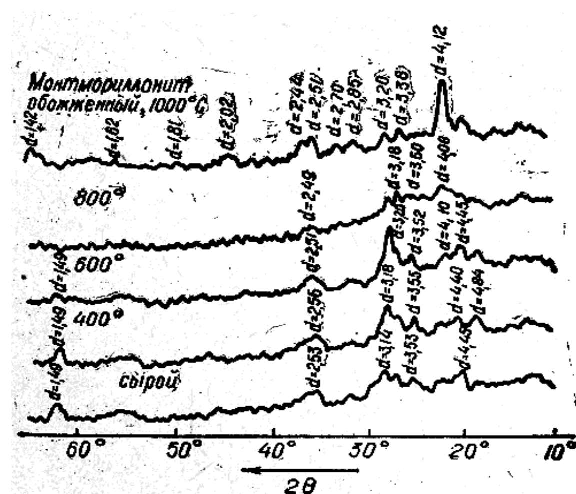


Рис. 3. *Рентгенограммы образцов монтмориллонита, обожженных до разных температур*

Для третьей группы глинистых минералов – гидрослюд, в литературе [2] имеется очень мало данных об изменениях структуры при обжиге. По данным Роя [2], у мусковита заметные изменения в структуре происходят между 940 и 980°. Выделение большей части гидроксильной воды сопровождается при этом слабым расширением решетки по оси *c*, а неполным разрушением ее.

Структура биотита, по Рою, сохраняется до 1100°. Грим и Бредли исследовали иллиты [2] и показали, что потеря гидроксильной воды в иллите не сопровождается разрушением структуры, а лишь небольшими изменениями, как у монтмориллонита. Нарушение структуры иллитов происходит при 850°, когда образуется шпинель, которая с повышением температуры количественно увеличивается до 1200°.

Грим и Бредли предполагают, что в образовании шпинели участвует октаэдрический слой, включающий в себя Al_2O_3, магний и железо, а щелочи и SiO_2 из тетраэдрических слоев участвуют в образовании стекла. При 1100° образуется муллит, который сохраняется до 1400°, а шпинель при 1300° растворяется в стекле. Кварцевая фаза при обжиге иллитов до высоких температур не обнаруживается.

Из этой группы минералов нами исследована Часов-Ярская глина, представленная монотермитом, и Омутнинская – серицитового состава. Судя по кривым нарастания прочности, эти глины ведут себя при обжиге по-разному: Омутнинская – как каолинит, Часов-Ярская – как монтмориллонит. Различие обеих глин заключается не столько в строении основного глинистого минерала, сколько в гранулометрии и минералогическом составе. Так, Часов-Ярская глина содержит 80% фракций мельче 1 мк, в том числе 8% коллоидов, а в Омутнинской глине фракции мельче 1 *мк* – 3%, а коллоидов нет совсем.

На рентгенограмме необожженной Часов-Ярской глины (рис. 4) обнаруживаются рефлексы, принадлежащие иллиту, но вместе с тем отмечаются и сильные линии каолинита (d = 7,13, d = 3,58). При обжиге на 600° интенсивность линий иллита увеличивается, а линии каолинита исчезают. На термограмме при обжиге на 800° новых рефлексов не наблюдается. Уменьшение интенсивности линии происходит при 1000°, видимо, из-за разрушения структуры иллита.

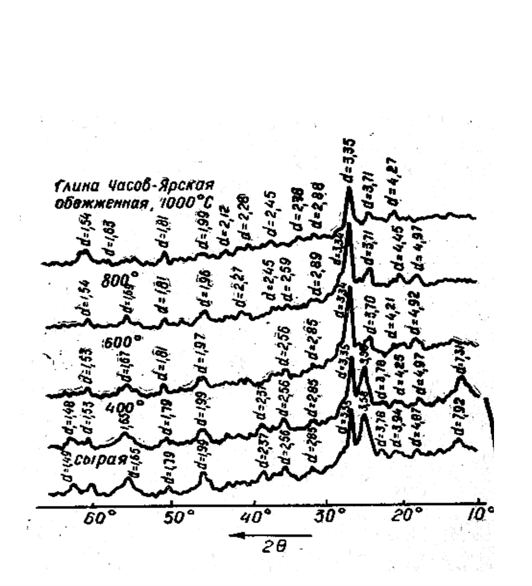


Рис. 4. *Рентгенограммы образцов из Часов-Ярской глины, обожженных до разных температур*

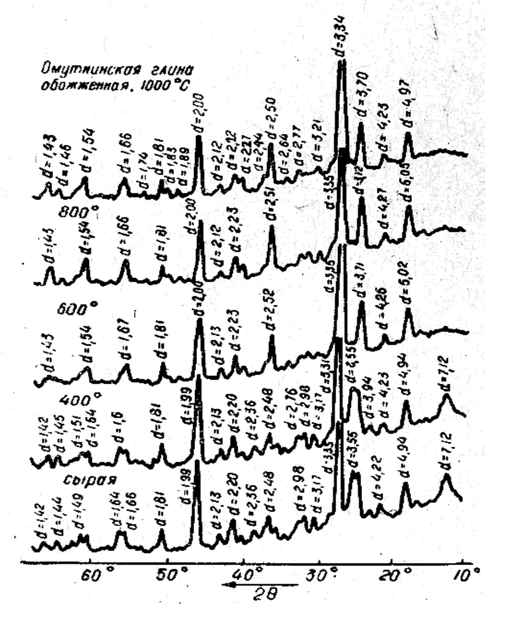


Рис. 5. *Рентгенограммы образцов из Омутнинской глины, обожженных до разных температур*

Вторая проба этой же группы минералов дает рентгенограммы, характер изменения которых аналогичен первой (рис. 5). Серицит (может быть гидромусковит) обнаруживается на рентгенограммах при всех температурах обжига, вплоть до 1000°, причем при 600° исчезают линии каолина (с d = 7,12 и d = 3,55), примесь которого находилась в пробе, и появляется интенсивная линия с d = 3,71, характерная для серицита. По структуре своей обе пробы являются диоктаэдрическими, отличаются же они по степени окристаллизованности: Часов-Ярская – более мелкая, Омутнинская имеет более совершенные кристаллы [6].

Таким образом, и в этой группе минералов не структурными изменениями вызвано нарастание прочности, ибо даже внутри одной группы у одной σ сжатия начинает резко возрастать при 400°, у другой – только при 1000°С.

Итак, если говорить о соотносительной важности в процессе сложения механической прочности стадии плавления или стадии, характеризуемой активностью глин (до 800°С), то для глин разного минералогического состава их роль неодинакова. Для глин, где основным минералом является каолин и крупнок-

ристаллические слюды, прочность нарастает при температурах появления расплава, и стадия плавления является решающей, вместе с этим происходят коренные изменении в структуре при температурах выше 1000°С. Для глин монтмориллонитового и иллитового состава решающая роль принадлежит реакциям при низких температурах, т. е. прочность диктуется реакционной способностью этих глин. Известно, что оканчивать обжиг на этой стадии невозможно из-за обратимости многих процессов при низких температурах (σ сжатия у образцов, испытанных после насыщения их водой, значительно снижается). Высокотемпературный обжиг нужен поэтому для закрепления результатов, полученных в более ранней стадии.

Если говорить о роли структурных изменений в сложении механической прочности при обжиге, судя по результатам исследования вышеприведенных образцов, то эти изменения влияют на механическую прочность либо очень слабо, либо, возможно, не проявляются совсем. В отличие от талька, который принадлежит к триоктаэдрическим минералам с закрытым пакетом и где сдвиги в структуре при обжиге обусловливают многие свойства его, исследованные пробы являются диоктаэдрическими, с открытым пакетом, а каолин имеет двухслойный пакет, поэтому сдвиги в них приводят к изменениям иного порядка.

Следует оговориться, что для более категоричного заявления требуются более чистые мономинеральные глины и глубокие рентгеноструктурные исследования монокристаллов.

УСОВ ПЕТР ГРИГОРЬЕВИЧ

(1905–1977)



Петр Григорьевич Усов родился 5 июня 1905 года в селе Каменевка Саратовской губернии Вольского уезда. В 1931 г. Петр Григорьевич поступил в Томский химико-технологический институт, который впоследствии влился в состав Томского индустриального института им. С.М. Кирова. Далее весь жизненный путь Петра Григорьевича связан с Томском, с институтом, который стал ему родным.

После окончания Томского индустриального института Петр Григорьевич был оставлен аспирантом при кафедре технологии силикатов с двухгодичным кандидатским стажем пребывания на производстве. В 1937–1938 годах он работал на Кузнецком металлургическом заводе в должности мастера, а затем технорука огнеупорного цеха.

С началом Великой Отечественной войны П.Г. Усов был откомандирован на строительство ацетонового завода в г.Томск. Он руководил его строительством в течение двух лет, выкраивая время и для работы над кандидатской диссертацией, которую защитил в 1943 г. В 1944 г. он получил звание доцента кафедры технологии силикатов и и том же году стал заведующим кафедрой технологии силикатов Томского индустриального института. В этой должности Петр Григорьевич проработал 33 года. Активно участвуя в жизни факультета и института, он был деканом химико-технологического факультета (1956–1958 гг.), работал секретарем партийного бюро факультета, членом партбюро института.

Научная деятельность Петра Григорьевича связана с изучением перспективных месторождений минерального сырья Сибирского региона и разработкой технологий практического использования этого сырья для производства керамических изделий, продукции из стекла и вяжущих материалов. Результаты многолетних исследований глин обобщены в монографии "Кирпично-черепичные глины Томской области", которая вышла в издательстве ТГУ в 1956 году. Изучение тальконосной провинции Алгуйского месторождения совпало с увлечением П.Г. Усова радиокерамикой. Совместно с коллективом кафедры в 1966 году была издана монография "Алгуйский тальк". Докторскую диссертацию Петр Григорьевич защитил в 1970 году. Под его руководством подготовлено и защищено более 30 кандидатских диссертаций, пятеро его учеников впоследствии стали докторами наук. Петр Григорьевич в 1976 году получил звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Научная и практическая деятельность П.Г. Усова отмечена следующими правительственными наградами: 1946 г.— орден Трудового Красного Знамени; 1946 г. — медаль "За доблестный труд в Великой Отечественной Войне 1941–1945 гг."; 1953 г. — медаль "За трудовую доблесть"; 1961 г. — орден "Знак Почета"; 1970 г. — медаль "За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина"; 1971 г. — орден Ленина; 1975 г. — медаль "30 лет победы в Великой Отечественной войне".

Среди учеников Петра Григорьевича, выпускников кафедры технологии силикатов, работавших как на производстве, так и занимающихся научными исследованиями есть директора заводов, руководители министерств, ведущие специалисты, известные как в России, так и за ее пределами.

ИЗВѢСТІЯ

Томскаго Технологическаго Института

Императора Николая II.
т. 13. 1909. № 1.

III

В.А. Обручевъ.

Къ вопросу о способе передвиженія более грубыхъ осадковъ вдоль береговъ водныхъ бассейновъ.

Съ таблицей чертежей.
1-12.

Въ геологической литературь до сихъ поръ удълялось мало вниманія весьма интересному и въ практическомъ отношеніи важному вопросу о способе передвиженія валуновъ, гальки и крупнаго песка вдоль береговъ морей и озеръ. Эти продукты морской абразіи и речной эрозіи не могутъ находиться въ взвъшенномъ состояніи въ стоячей воде и следовательно должны перемещаться перекатываніемъ по дну. Движеніе ихъ взадъ и впередъ подъ вліяніемъ волнъ прибоя, надвигающихся параллельно береговой линіи, т. е. действующихъ перпендикулярно къ этой линіи, изучено и описано подробно; но перемещеніи этихъ более грубыхъ осадковъ вдоль берега подъ вліяніемъ волнъ, двигающихся подъ косымъ или прямымъ угломъ къ береговой линіи, не разъяснено.

Беремъ новое дополненное и исправленное изданіе "физической геологіи" Мушкетова, представляющее наиболее полное изъ всехъ руководствъ не только среди русской, но и среди иностранной литературы; на стр. 576 тома II находимъ, что авторъ, говоря о ширине намывного берега, указываетъ, что она "зависитъ, главнымъ образомъ, отъ отношенія направленія надвигающихся волнъ и простиранія берега; если волны набегаютъ перпендикулярно къ берегу, то намывная полоса получается шире, нежели въ томъ случай, когда они ударяютъ подъ какимъ либо острымъ угломъ. Если же волны идутъ параллельно берегу, то намыванія почти не происходитъ, а минеральный матеріалъ движется вдоль берега до техъ поръ, пока не встретитъ благопріятный для отложенія берегъ. Такъ какъ простираніе берега и направленіе волнъ разнообразно изменяются, особенно на извилистыхъ берегахъ, то, очевидно, ширина намывного берега весьма непостоянна и изменяется на небольшихъ разстояніяхъ. Положимъ, что волны набегаютъ на берегъ подъ косымъ угломъ, то, очевидно, *сила ихъ при ударе о берегъ разделится на две, изъ которыхъ одна перпендикулярна къ берегу, а другая–параллельна*; первая производить намываіе, а *вторая двигаетъ наносъ вдоль берега**); чемъ уголъ острее, т. е. чемъ волны ближе къ параллельному положенію, темъ въ данномъ месте меньше будетъ отлагаться и, напротивъ, больше переноситься, и наоборотъ".

Далее (стр. 577) авторъ разсматриваетъ образованіе косъ (пересыпей, стрелокъ) и указываешь, что последнія могутъ состоять изъ гравія, галекъ и даже валуновъ.

Описывая отложенія, оставляемыя моремъ (стр. 594), авторъ говорить объ отложеніяхъ верхней береговой зоны (пляжа), что они отличаются наибольшимъ петрографическимъ разнообразіемъ, *въ зависимоспш отъ геологическаго состава береговъ**) и затемъ разсматриваетъ более подробно способъ образованія этихъ отложеній, при чемъ изъ текста видно, что везде; подразумевается работа волны, набегающей перпендикулярно къ берегу.

Изъ приведеннаго видно, что авторъ предполагаетъ возможность перемещенія и грубаго натеріала вдоль берега, но способъ этого перемещенія излагается имъ совершенно неясно. Какъ понять выраженіе, что сила косой волны разделяется на две слагающія – параллельную и перпендикулярную берегу и что первая производить перемещеніе материала вдоль берега, а вторая – къ берегу? Одинъ и тотъ же камень не можетъ двигаться одновременно въ двухъ направленшяхъ; поэтому нужно думать, что авторъ представляетъ себе способъ перемещенія такимъ образомъ, что часть матеріала движется къ берегу подъ вліяніемъ одной слагающей, а другая передвигается вдоль берега подъ вліяніемъ другой слагающей. Вопросъ о томъ, на какое разстояніе частицы могутъ переноситься параллельно берегу отъ пункта первоначального своего

происхожденія, авторомъ не разсмотренъ совершенно, а его указаніе, что составъ отложеній пляжа зависитъ отъ петрографическаго состава берега, наводитъ на мысль, что матеріалъ, чуждый данному берегу, не можетъ играть существенной роли.

Въ руководствахъ на иностранныхъ языкахъ мы находимъ почти такое же отношеніе къ интересующему насъ вопросу. Такъ, Лаппаранъ**), подобно Мушкетову, говоритъ о слагающей, параллельной берегу, получающейся при косой волне и обусловливающей постепенное перемещеніе гальки вдоль берега; онъ приводитъ примеры такого перемещенія съ береговъ пролива Па-де-Калэ. но на сравнительно небольшія разстоянія.

Въ самомъ новомъ курсе геологіи E. Haug'a***) также говорится о слагающей, параллельной берегу, которая *создаетъ теченіе*, обусловливающее перенесеніе матеріала вдоль берега; на стр. 476 авторъ указываетъ, что грубый матеріалъ переносится на *небольшое* разстояніе, тогда какъ песокъ часто передвигается очень продолжительно время вдоль берега, уносимый теченіемъ, постоянное направленіе котораго обусловлено преобладаніемъ какого либо определеннаго ветра.

Но, очевидно, не все геологи разделяютъ этотъ взглядъ на возможность перемещенія даже только песка на далекія разстоянія, если судить по новейшей замътетке Р. Брэона (Breon) въ протоколахъ французской академіи наукъ****). Вь окрестности Берка па берегу Па-де-Калэ этотъ авторъ изучалъ составъ гальки и песка и нашелъ, что рядомъ съ меловой галькой часто попадаются валуны кристаллическихь сланцевъ и изверженныхъ породъ, выходы которыхъ отсутствуютъ на берегу на разстояніи не менее 250–300 килом. вплоть до Бретани. Песокъ пляжа у Берка также состоитъ изъ минераловъ, заимствованныхъ главнымъ образомъ изъ аналогичныхъ породъ.

Стараясь выяснить, какимъ образомъ продукты разрушенія этихъ породъ могли очутиться вблизи Берка, авторъ замечаетъ, что валуны нередко сохранили еще острыя ребра и могли быть принесены съ береговъ Бретани на плавающихъ лодкахъ; но переносъ песка нельзя приписать последнимъ и способъ его перемещенія, по мненію автора, остается не разъясненнымъ.

Между темъ вопросъ этотъ разъясняется совершенно просто, если ближе познакомиться съ способомъ перемещенія более грубыхъ матеріаловъ вдоль берега, такъ неясно излагаемымъ въ руководствахъ по геологіи. Эта неясность побуждаетъ меня опубликовать наблюденія, сделанный еще несколько летъ тому назадъ, и основанныя на нихъ теоретическія разсужденія.

Будучи летомъ 1902 г. въ Алуште и летомъ 1904 г. въ Ялте, я проводилъ целые часы на морскомъ берегу, наблюдая прибой и собирая коллекцію продуктовъ деятельности моря для Геологическаго Кабинета Томскаго Технологическаго Института. При этомъ мне бросилось въ глаза, что въ обоихъ пунктахъ въ составъ гальки и валуновъ пляжа входятъ очень разнообразныя породы, между прочимъ все известныя изверженныя породы южнаго берега Крыма – дациты, андезиты, ихъ туфы, порфиры, порфириты, мелафиры, кварцево-авгитовые діориты, тогда какъ крутые береговые обрывы, ограничивающіе пляжъ и въ Ялте, и въ Алуште на несколько верстъ въ обе стороны состоятъ исключительно изъ юрскихъ сланцевъ и сланцеватыхъ песчаниковъ. Последніе, конечно, входятъ въ составъ гальки въ значительномъ количестве, но все-таки большое участіе изверженныхъ породъ, въ томъ числе такихъ, выходы которыхъ отстоятъ отъ Ялты и Алушты на десятки верстъ, не можетъ не обратить на себя вниманія.

Первоначально я старался объяснить себе это присутствіе гальки не местныхъ породъ частью приносомъ ея речками изъ глубины Крымскихъ горъ, частью – переносомъ на морскомъ льде вдоль берега. Но изученіе процессовъ прибоя показало, что вопросъ разрешается проще и что галька и валуны могутъ перемещаться вдоль берега такъ быстро, что прохожденіе ими десятковъ и даже сотенъ верстъ не представляетъ чего либо невероятнаго и требуетъ только соответственнаго промежутка времени.

Въ этомъ перемещеніи я убедился посредствомъ простого опыта. Среди гальки и мелкихъ валуновъ пляжа въ обоихъ пунктахъ довольно часто попадается желтый и красный кирпичъ, яркій цветъ котораго на общемъ темномъ фоне каменистаго пляжа даетъ возможность хорошо следить за перемещеніемъ одного и того же камня подъ вліяніемъ волнъ. Бросая такую кирпичную гальку, величиной около кулака, на пляжъ, обнажившійся при отливе волны достаточно сильнаго прибоя, я заметилъ, что при прямой волне, т. е. надвигающейся перпендикулярно къ береговой линіи, камень катается взадъ и впередъ, приблизительно по одному и тому же пути; но при косой волне онъ перемещается *вдоль берега по зигзагообразной линіи* съ различной быстротой въ зависимости отъ силы отдельныхъ волнъ. Способъ перемещенія следующій (фиг. 1): пусть гребень волны MN образуетъ уголъ a съ береговой линіей NO; камень брошенъ въ точку A на разстояніи n отъ берега; опрокидывающаяся волна подхватываетъ его и перекатываетъ *по направленію своего движенія*, т. е. подъ угломъ 900° – a къ берегу, въ точку B на разстояніи – a отъ A. Въ B камень остается лежать несколько мгновеній, пока отливающая вода разбившейся волны снова не подхватитъ его и не перекатитъ, но уже *по направленію наибольшаго уклона пляжа*, обыкновенно подъ угломъ 90° къ берегу, которому она сама следуетъ при отливе обратно въ море; пусть она принесетъ камень въ точку C на разстояніи *b* отъ точки B. Углы ABC и MNO, какъ углы съ взаимно перпендикулярными сторонами, равны; а такъ какъ уголъ MNO мы обозначили *a*, то и ABC = *a*. Сторона AB = *a*, а сторона AR, которую обозначимъ m, изъ треугольника ABR будетъ равна *a*Sin*a*. Но *m выражаетъ намъ величину перемещенія камня*

параллельно берегу подъ действиіемъ одной волны и эта величина оказывается равной *произведенію изъ величины перемещенія камня къ берегу на синусъ угла, образуемаго гребнемъ волны и береговой линіей.* Итакъ

$$m = a \operatorname{Sin} a.$$

Следующая волна снова подхватываетъ камень и переноситъ его въ точку D, опять по направленію своего движенія, на разстояніе a_1, отъ C; при отливе волны камень скатится въ точку E на разстояніе b_1 отъ D и т. д. Такъ какъ мы принимаемъ направленіе волнъ относительно берега за величину постоянную во время нашего опыта, то понятно, что уголъ CDE также будетъ = a; величину же перемещенія параллельно берегу при второй волне m_1 мы найдемъ, опустивши перпендикуляръ изъ точки C на продолженіе линіи DE; а такъ какъ CD = a_1, то

$$m_1 = a_1 \operatorname{Sin} a.$$

Разсуждая такимъ же образомъ относительно дальнейшихъ волнъ, перемещающихъ камень последовательно въ F, G, H, I, K, L и т. д., мы увидимъ, что конечная величина перемещенія камня параллельно берегу при его движеніяхъ черезъ все точки зигзагообразной линіи отъ A до L будетъ равна сумме величинъ перемещенія при каждой отдельной волне, т. е.

$$M = m + m_1 + m_2 + m_3 + m_4.$$

Подставляя въ это уравненіе вместо m, m_1, и т. д. соответствующія имъ величины a. Sin$a$, a_1 Sin$a$ и т.д. получимъ

$$M = a \operatorname{Sin} a + a_1 \operatorname{Sin} a + a_2 \operatorname{Sin} a + a_3 \operatorname{Sin} a + a_4 \operatorname{Sin} a$$

и отсюда

$$M = \operatorname{Sin} a\,(a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4).$$

Изъ этого уравненія видно, что величина перемещенія камня параллельно берегу зависитъ только отъ двухъ факторовъ: во-первыхъ отъ величины угла a, образуемаго гребнемъ волнъ съ линіей берега т. е. *отъ направленія ветра* и, во-вторыхъ, отъ суммы величинъ перемещенія камня отдельными волнами по направленію къ берегу; эти же величины a, a_1 и т. д. зависятъ, конечно, отъ силы отдельныхъ волнъ, т. е. *отъ силы ветра*, предполагая, что на пути камня нетъ препятствій для его свободнаго движенія и что уклонъ пляжа везде одинаковъ.

Величины b, b_1, b_2 и т. д., выражающія движеніе камня подъ вліяніемъ отливающей воды волнъ по направленію, перпендикулярному къ береговой линіи, въ наше уравненіе не входятъ и, следовательно, какъ будто не оказываютъ вліянія на перемещеніе параллельно берегу. Но въ действительности они имеютъ такое вліяніе, такъ какъ отъ нихъ зависитъ въ известной степени величина a, a_1, a_2, и т. д.; но это вліяніе трудно поддается учету; такъ. напр., перемещеніе камня подъ воздействіемъ отливающей волны часто еще не окончилось, когда камень уже подхватывается новой наступающей волной. Въ некоторыхъ случаяхъ это вліяніе можетъ сказаться очень сильно; допустимъ, напр. (фиг.2), что подъ вліяніемъ двухъ слабыхъ волнъ камень переместился изъ A въ E, где его подхватываетъ более сильная волна; последняя могла бы, по своей силе, перекатить его въ точку F, но этому мешаетъ береговой обрывъ NO и камень доходитъ только до его подножия въ G, потерявъ такимъ образомъ разстояніе GF и соответствующее ему перемещеніе параллельно берегу.

При различномъ уклоне различныхъ частей пляжа въ наше уравненіе пришлось бы еще ввести величину угла этого уклона β, такъ какъ отъ нея, конечно, зависитъ величина перемещения a; чемъ β больше, темъ а будетъ меньше, такъ какъ темъ больше весъ камня будетъ противодействовать силе волны. Но введеніе этого фактора значительно усложнило бы наше уравненіе и не входитъ въ задачи нашей заметки. Намъ достаточно констатировать следующее: *перемещеніе валуновъ, гальки, гравія и крупнаго песка параллельно берегу:*

1) *обусловлено волнами, набегающими подъ косымъ угломъ;*
2) *происходитъ по зигзагообразной линіи,* слагающейся изъ частей попеременно перпендикулярныхъ гребню волны и береговой линіи;
3) *величина этого перемъщенія завыситъ*:
   a) отъ величины угла, образуемаго волнами съ береговой линій, т. е. *отъ направленія ветра;*
   b) отъ силы отдельныхъ волнъ, т. е. *отъ силы ветра;*
   c) *отъ угла уклона части пляжа,* по которой происходитъ это перемещеніе.

При измененіи угла a, т. е. направленія ветра, наше уравненіе приметъ общій видъ:

$$M = \operatorname{Sin} a\,(a + a_1 + a_2 + \ldots.\ a_n) + \operatorname{Sin} a_1\,(a^{1} + a^{1}_{1} + a^{1}_{2} + \ldots.\ a^{1}_{n}) +$$
$$+ \operatorname{Sin} a_2\,(a^{11} + a^{11}_{1} + a^{11}_{2} + \ldots.\ a^{11}_{n})\ldots. + \operatorname{Sin} a_x\,(a^{x} + a^{x}_{1} + a^{x}_{2} + \ldots.\ a^{x}_{n}).$$

Величины отдельныхъ членовъ правой части этого уравнения могутъ быть больше или меньше въ зависимости отъ продолжительности, ветра одного и того же направленія и отъ его силы; при очень небольшой величине угла a или при очень слабой силе ветра отдельные члены могутъ быть близкими къ нулю, т.е. по временамъ перемещеніе материала вдоль берега можетъ почти прекращаться.

Насколько велико, теоретически, можетъ быть это перемещенiе, показываеть численный примеръ: пусть $\angle a$= 30°, а величины a, a_4 равны 3, 5, 4, 6 и 7 арш., тогда

$$M = \operatorname{Sin} 30^0 (3 + 5 + 4 + 6 + 7) = \operatorname{Sin} 30^0 \cdot 25 = \frac{1}{2} \cdot 25 = 121/2 \text{ арш.},$$

т. е. подъ влiянiемъ всего пяти волнъ камень передвинется на $12^1/_2$ арш. вдоль берега.

Если принять соответственныя величины $b, .. b_4$ равными 5, 3, 5, 6 и 4 арш., то полный путь, пройденный камнемъ подъ влiянiемъ этихъ пяти волнъ по зигзагообразной линiи окажется равнымъ 25 + 23 = 48 арш., т.е. почти въ четыре раза больше его перемещенiя параллельно берегу.

Если волны будутъ идти подъ угломъ 45° къ берегу, то принимая прежнiя величины для $a, ... a_4$ мы получимъ

$$M = \operatorname{Sin} 45° \cdot 25 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 25 = 0{,}71 \cdot 25 = 17{,}75 \text{ арш.}$$

При величине a = 60°, получимъ M = 21,75 арш. и наконецъ при величине a = 90°; т. е. если волны движутся параллельно береговой линiи, M = 25 арш. т. е. теоретически перемещение матерiала вдоль берега, при прочихъ равныхъ условiяхъ, должно быть наибольшимъ въ случай волнъ, гребни которыхъ перпендикулярны къ береговой линiи.

Въ действительности же волны, идущiя въ открытомъ море перпендикулярно къ береговой линiи, на пляже всегда оказываются косыми, такъ какъ благодаря тренiю нижнихъ слоевъ воды о поверхность затопляемой части береговой зоны, участки этихъ волнъ, ближайшiе къ берегу, отстаютъ въ своемъ движенiи и гребень волны превращается въ кривую, выпуклую въ сторону берега (фиг. 3). Следовательно те части волнъ, которыя образуютъ береговой прибой и обусловливаютъ механическую работу на пляже, всегда будутъ направлены подъ угломъ a, меньшимъ, чемъ 90° и, вероятно, даже меньшимъ чемъ 60°.

Теоретическiя разсужденiя наши о движенiи матерiала вдоль берега, конечно, подлежать многочисленнымъ практическимъ поправкамъ.

Пляжъ, на которомъ разбиваются волны, не представляетъ ровной поверхности безъ препятствiй, а состоитъ изъ того же более или менее грубаго материала – валуновъ, гальки, гравiя; поэтому движенiе каждаго камня въ отдельности далеко не свободно. И, действительно, мы можемъ наблюдать, что подъ воздействiемъ волны перемещается далеко не весь матерiалъ даннаго участка пляжа, а только часть его; движенiю остальной части мешаютъ разныя препятствiя. Кроме того движенiе каждаго отдельнаго камня происходитъ съ перерывами, часто очень продолжительными; напримеръ, после несколькихъ передвиженiй взадъ и впередъ камень закатится въ небольшую впадину или заклинится между двумя другими более крупными и т. п., такъ что целые десятки волнъ могутъ пройти черезъ него, не двигая его съ места; потомъ набежить более сильная волна и камень снова начинаетъ двигаться.

Такъ, напр., изъ 15 кирпичныхъ галекъ, за которыми я проследилъ въ теченiе четверти часа, три были унесены первой же волной вглубь и вышли изъ района наблюденiя; пять переместились за это время на небольшое разстоянiе параллельно берегу, именно отъ 3 до 10 шаговъ; четыре прошли отъ 11 до 20 шаговъ и только три отъ 25 до 40 шаговъ. Уголъ a при этихъ наблюденiяхъ былъ около 30°, число волнъ въ минуту въ среднемъ 12, величина а при свободномъ движенiи камня 3-5 арш. и следовательно за 15 минутъ камни должны были бы пройти $\frac{15 \cdot 12 \cdot 4}{2}$ = 360 арш. (принимая а въ среднемъ 4 арш.), тогда какъ въ действительности немногiе (20%) изъ нихъ прошли въ 9 –14 разъ меньше, а остальные въ 18 –120 разъ меньше.

Темъ не менее въ теченiе продолжительнаго промежутка времени перемещенiе матерiала вдоль берега несомненно должно достигать большихъ величинъ и иметъ, следовательно, большое значенiе для образованiя прибрежныхъ отложенiй. Поэтому можно удивляться, что этотъ вопросъ до сихъ поръ такъ мало разработанъ въ геологической литературе и все руководства повторяютъ только фразу о разложенiи силы косой волны на две слагающiя. Даже Рихтгофенъ, посвятившiй много вниманiя вопросу о работе волнъ морского прибоя, говорить только, что при косой волне каждый камень получаетъ, одновременно съ ударомъ. стремящимся передвинуть его къ берегу, второй ударъ, боковой*****); такимъ образомъ онъ рисуетъ себе способъ перемещения камня, совершенно несогласный съ действительностью.

Быстрота и направленiе перемещенiя матерiала параллельно берегу, а также количество перемещаемаго материала, конечно, зависятъ отъ преобладанiя техъ или другихъ ветровъ у даннаго берега. Полное отсутствiе такого перемещенiя мы можемъ представить себе только на такомъ берегу, где дуютъ исключительно ветры, перпендикулярные къ направленiю берега (или же ветры со стороны суши, которые не могутъ разводить большое волненiе у берега и такимъ образомъ не оказываютъ влiянiя на то или другое перемещенiе матерiала). Но если хоть несколько разъ въ году дуютъ ветры косые или параллельные берегу, то неминуемо должно происходить и соответственное перемещенiе матерiала; чемъ больше такихъ ветровъ и чемъ они сильнее, темъ это перемещенiе будетъ более значительнымъ и темъ большiя массы матерiала будутъ перемещаться. При этомъ частые, но более слабые косые ветры должны оказывать меньшее влiянiе, чемъ более редкiе, но сильные.

Остается еще вкратце разсмотреть вопросъ, какое вліяніе оказываетъ изменение направленія береговой линіи на перемещеніе матеріала.

Можно предположить, что мысы, выдающіеся далеко въ море, должны совершенно останавливать перемещеніе. Въ действительности это справедливо далеко не во всехъ случаяхъ. Представимъ себе (фиг. 4) берегъ съ сильно выдающимся мысомъ BCD; пусть въ данной местности дуютъ, сменяя другъ друга, морскіе ветры трехъ направленій, показанные стрелками *a, b, c*. На береговомъ участке AB косые ветры *a* и *b* будутъ производить перемещеніе матеріала параллельно берегу отъ A къ B, прямой же ветеръ c въ этой работе участвовать не будетъ. Но, начиная отъ B на участки BC роль ветровъ отчасти переменяется: *b* становится прямымъ и перестаетъ принимать участіе въ перемещеніи матеріала вдоль берега; a остается косымъ (или, вернее, становится изъ параллельнаго косымъ) и продолжаетъ перемещать матеріалъ отъ B къ C; c изъ прямого делается косымъ, но такъ какъ онъ дуетъ отъ C къ B, то производимое имъ перемещеніе должно быть противоположно перемещенію, обусловленному ветромъ *a*, т. е. матеріалъ, передвинутый ветромъ *a* отъ B къ C, долженъ перемещаться отъ C къ B подъ воздействіемъ ветра *c*. Если ветеръ c сильнее a или при более или менее одинаковой силе съ *a* дуетъ чаще последняго, то въ конечномъ результате перемещеніе матеріала отъ B къ C не произойдетъ, а въ B будетъ скопляться большое количество матеріала, надвигающагося съ одной стороны отъ A, съ другой отъ C; поэтому бухта у B будетъ постепенно засыпаться и вместо входящаго угла скоро получится кривая (показанная на фиг. 4 пунктиромъ). Если же преобладающимъ будетъ ветеръ *a*, то, несмотря на задерживающее вліяніе ветра *c*, матеріалъ будетъ перемещаться отъ B къ C, но съ замедленной скоростью и въ уменьшенномъ количестве; бухта B и въ этомъ случай будетъ постепенно засыпаться, но съ меньшей быстротой.

Въ пункте C роль ветровъ для участка CD опять меняется; *a* и *b*, какъ дующіе здесь отъ суши къ морю, не будутъ иметь существеннаго вліянія на перемещеніе матеріала; но c являющейся косымъ, обусловить передвиженіе отъ C къ D какъ матеріала, обогнувшаго оконечность мыса, такъ и образующагося на самомъ участке CO.

Въ D мы находимъ новую перемену ролей; c становится прямымъ и будетъ только способствовать накопленію матеріала въ D; *a* и *b*, хотя и косые, но какъ дующіе еще съ суши, въ D не могутъ еще оказывать замтетнаго вліянія и въ результате въ D во всякомъ случай должно получиться обмеленіе бухты и превращеніе входяшаго угла въ дугу. Но, передвигаясь отъ D къ E, мы найдемъ. что роль ветровъ *a* и *b* будетъ все более усиливаться, такъ какъ вліяніе мыса на разводимую ими волну будетъ все более ослабевать, такъ что, чемъ ближе къ E, темъ большее количество матеріала будетъ перемещаться вдоль берега, пока мы не получимъ условий, тождественныхъ съ условіями пункта A.

Изъ этого примера ясно, что выдающіеся въ море мысы должны, въ зависимости отъ преобладания техъ или другихъ ветровъ, или играть роль барьера, препятствующего дальнейшему перемещенію матеріала вдоль берега и обусловливающаго его скопленіе въ обоихъ бухтахъ у основанія мыса; или же только замедлять перемещеніе матеріала вдоль берега, также обусловливая засореніе бухтъ, но более медленное.

Разсмотримъ еще противоположный случай, когда береговая линія образуетъ глубокую бухту BCD (фиг. 5). Предполагая наличность техъ же трехъ ветровъ *a, b, c*, мы найдемъ перемещение матеріала отъ A къ B подъ воздействіемъ ветровъ *a* и *b*; на участке BC a теряетъ значеніе, какъ дующій съ суши, *a b* и *c* будутъ производить перемещеніе матеріала отъ B къ C. Въ пункте C ветеръ *a* по прежнему значенія не иметъ, *c* становится прямымъ *a b* почти прямымъ и поэтому должно происходить накопленіе матеріала и постепенное засореніе бухты; на участке CD b становится прямымъ, а постепенно, по мере приближенія къ D, усиливаетъ свое вліяніе и перемещаетъ все большее количество матеріала отъ C къ D: но c противодействуетъ ему и, какъ дующій съ открытаго моря (тогда какъ *a* съ суши черезъ бухту), производитъ более сильную волну, перемещая матеріалъ отъ D къ C. Въ результате, если только a не преобладаетъ значительно надъ *c* по силе и частоте, на участке CD должно происходить перемещеніе матеріала отъ D къ C и засореніе бухты и съ этой стороны. Наконецъ на участке DE происходитъ перемещеніе отъ D къ E.

Такимъ образомъ глубокая бухта является, при той же комбинаціи ветровъ, более серьезнымъ барьеромъ, чемъ мысъ, и прерываетъ нередвиженіе матеріаловъ вдоль берега, поглощая этотъ матеріалъ; но благодаря этому поглощенію ея роль является только временной. Когда бухта обмелеетъ и сократится (фиг. 6), она потеряетъ свое значеніе; волны моря, встречаясь съ более спокойными водами мелкой бухты, въ значительной степени теряютъ свою силу и въ бухте волненіе будетъ слабое; поэтому въ пункте B изъ матеріала, передвигаемаго отъ A къ B, начнетъ воздвигаться коса по направленно къ D, постепенно отрезающая бухту отъ моря; этотъ процессъ образованія косъ (пересыпей, стрелокъ) поперекъ устья неглубокихъ заливовъ давно известенъ и разсматривается во всехъ руководствахъ, такъ что мы не будемъ останавливаться на немъ. Эта коса со временемъ дойдетъ до D и совершенно отрежетъ бухту, превративъ ее въ озеро; если въ бухту впадаетъ какая нибудь речка, то стокъ воды въ море будетъ бороться съ полнымъ отрезаніемъ бухты, постоянно размывая косу на некоторомъ протяженіи; но и въ этомъ случае передвиженіе матеріала далее вдоль берега не остановится, а только будетъ замедляться въ месте перерыва косы.

Следовательно, и глубокія бухты въ конце концовъ являются только временнымъ препятствіемъ для перемещения матеріала вдоль берега и, превратившись затемъ въ мелкія, только несколько замедляютъ это перемещеніе, пока не засорятся окончательно.

Попытаемся теперь приложить вышесказанное къ южному берегу Крыма, чтобы выяснить, въ какомъ направленіе матеріалъ долженъ перемещаться. Этотъ берегъ отъ Алупки до Феодосіи имеетъ въ общемъ направленіе отъ юго-запада на северо-востокъ (фиг. 7). По даннымъ Ганна******) въ Крыму мы имеемъ следующее распределеніе ветровъ по румбамъ въ процентахъ:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Лето	5	8	25	13	7	13	21	8 %
Зима	11	18	25	11	7	9	11	8 %

Ветры N, NW и W для южнаго берега Крыма дуютъ съ суши и, следовательно, не играютъ роли въ перемещеніи матеріала; ветеръ SO направленъ въ общемъ перпендикулярно къ береговой линіи, такъ что можетъ обусловливать перемещеніе матеріала только на отдельныхъ участкахъ – въ бухтахъ и на мысахъ; поэтому мы можемъ исключить и его изъ нашего разсмотренія. Изъ остающихся ветровъ – косыхъ и параллельныхъ берегу – S и SW должны производить перемещеніе матеріала съ юго-запада на северо-востокъ, т.е. отъ Алупки къ Феодосіи, а NO и O-обратно, отъ Феодосіи къ Алупке; но первые два ветра даютъ летомъ 20%, зимой 16% всей суммы ветровъ, а вторые летомъ 33°/0, зимой даже 43%, т. е. NO и O дуютъ летомъ въ 1,65 разъ, а зимой въ 2,7 разъ чаще чемъ S и SW и вместе съ темъ отличаются и большей силой. Следовательно, перемещеніе матеріала въ конечномъ результате должно происходить отъ Феодосіи къ Алупке и поэтому вполне естественно, что среди валуновъ пляжа въ Алуште и Ялте мы находимъ кристаллическія породы, залегающія восточнее, напр.: въ Алуште – мелафиры, дациты, андезиты и ихъ туфы обнажающіеся въ береговыхъ обрывахъ Карадага (между Феодоі1ей и Судакомъ), и кератофиръ Кучукъ-узеня, а въ Ялте-также кварцево-авгитовые діориты и порфириты горъ Кастель и Аю-дагъ, кератофиръ Ай-даниль.

Настоящая заметка была уже составлена, когда я нашелъ въ Comptes Rendus небольшую статью Thoulet*******), разсматривающую тотъ же вопросъ о перемещении матеріала вдоль берега и служащую ответомъ на вышеуказанную статью Breon. Авторъ также приходитъ къ выводу, что подъ вліяніемъ косыхъ волнъ матеріалъ перемещается параллельно берегу по зигзагообразной линіи, напоминающей зубья пилы. По вычисленіямъ Thoulet, на берегахъ северной Франціи при 12-18 волнахъ въ минуту перемещеніе параллельно берегу достигаетъ не более 1 см. для каждой волны; принимая въ соображеніе чередованіе ветровъ, онъ находитъ, что каждая песчинка, для того, чтобы передвинуться на какое либо разстояніе вдоль берега, должна совершить путь минимумъ въ 8000 разъ более длинный при своихъ перекатываніяхъ взадъ и впередъ. Авторъ говоритъ, что въ Ламанше перемещеніе происходитъ съ W на O и что песокъ изъ матеріала кристаллическихъ породъ Бретани, нахожденіе котораго въ Берке для Breon, а оставалось загадочнымъ, принесенъ именно съ W, т. е. изъ Бретани, постепеннымъ перемещеніемъ вдоль берега, не взирая на все изгибы последняго.

Но такъ какъ въ статье Thoulet, объемомъ всего въ 2 страницы, способъ передвиженія матеріала параллельно берегу разсматривается слишкомъ кратко, то я полагаю, что моя заметка и после появленія этой статьи сохраняетъ свое значеніе для разъясненія вопроса.

г. Томскъ,
19 февраля 1908 г.

*) Курсивъ, мой.

ИЗВѢСТІЯ

Томскаго Технологическаго Института

Императора Николая II.
т. 20. 1910. № 4.

П.П. Гудковъ

Рудникъ Богомъ-дарованный, въ Ачинскомъ горномъ округѣ.
(Предварительный отчетъ о лѣтней командировкѣ 1908 г.).

Съ 2 табл и I рис. въ текстѣ.

Лѣтомъ 1908 года Совѣтомъ Томскаго Технологическаго Института я былъ командированъ на золотые рудники Ачинскаго и Маріинскаго горныхъ округовъ срокомъ съ 15 іюля по 15 августа. Цѣлью командировки было детальное геологическое изслѣдованіе Богомъ-Дарованнаго рудника К.И. Иваницкаго и Берикульскаго рудника А.Д. Родюкова. Въ виду затянувшейся геологической экскурсіи со студентами въ окрестностяхъ Красноярска, въ которой – совместно съ проф. В.А. Обручевыми – я участвовалъ въ качествѣ руководителя, и – затѣмъ – задержки въ полученіи ассигновки на командировку, я могъ выехать изъ Красноярска лишь въ половинѣ іюля и прибылъ на Богомъ-Дарованный 22-го того же мѣсяца. За промежутокъ времени съ этого дня и по 12-е августа были обследованы площади Богомъ-Дарованнаго и прилегаюшихъ къ нему отводомъ (въ общей сложности около 18 квадратныхъ верстъ), а также изучены эксплоатаціонныя выработки Богомъ-Дарованнаго рудника и развѣдочныя выработки на отводахъ Подлуннаго, Подоблачнаго, Подзвѣзднаго и Богородице-Рождественскаго рудниковъ.

12-го августа во время осмотра старыхъ выработокъ въ главной штольнѣ Богомъ-Дарованнаго рудника я упалъ съ верхняго горизонта въ нижній и ушибъ ногу, почему принужденъ былъ прекратить работу и, пробывъ на рудникѣ до 24-го августа, выѣхалъ въ Томскъ, все еще не будучи въ состояніи свободно ходить. Такимъ образомъ, Бирикульскій рудникъ мнѣ не удалось посѣтить, и командировка ограничилась вышеперечисленными работами на Богомъ-Дарованномъ.

Отсутствіе достаточно полной и точной топографической карты въ связи съ ограниченностью времени, какое я могъ посвятить изученію Богомъ-Дарованнаго рудника, – заставили меня ограничить свою работу детальнымъ изслѣдованіемъ всѣхъ выработокъ рудника и геологической съемкой лишь ближайшихъ къ руднику окрестностей. Въ пользу такого плана говорило еще и то, что прошлымъ же лѣтомъ производилось геологическое изследованіе всей системы рудниковъ Ачинскаго горнаго округа, сибирскими геологическими партіями, которыя, подойдя къ Богомъ-Дарованному систематическими изслѣздованіями столь обширнаго района и располагая хорошими топографическими картами, несомненно, могутъ дать и более обстоятальную геологическую карту. На изслѣдованіе же самого по себе мѣсторожденія, какъ такового, на изученіе подземныхъ выработокъ – у этихъ партій не было достаточно времени.

При геологической съемѣ поверхности я пользовался копіей карты, составленной изъ отводныхъ плановъ въ масштабе 100 саж. въ дюйме, при чемъ за опорные пункты своей съемки принималъ отводные столбы, какъ нанесенные более точно. (Во всѣхъ же другихъ подробностяхъ къ тому же весьма немногочиеленныхъ, – имевшаяся у меня карта страдала значительными неправильностями). Въ большинства случаевъ при экскурсированіи я велъ съемку горнымъ компасомъ съ діоптрами, измеряя разстоянія шагами. При некоторыхъ же более интересныхъ маршрутахъ разстоянія измерялись рулеткой. Такимъ способомъ напримеръ, были сняты всѣ развѣдочныя канавы. Высоты определялись двуми анероидами средней величины и вычислялись относительно дома управляющего (вблизи астрономическаго пункта), гдѣ ежедневно наблюдались показанія тѣхъ же анероидовъ до и после каждой экскурсіи.

При изследованіи подземныхъ выработокъ я пользовался маркшейдерскими планами, любезно предоставленными мне управляющимъ рудника А.Е. Дедюхинымъ. Изследованіе подземныхъ выработокъ заключалось въ зарисовке забоевъ и вообще обнаженныхъ поверхностей выработокъ и въ сборе образцовъ со всехъ пунктовъ, где этому не препятствовала крепь.

Общее количество собранныхъ и доставленныхъ въ геологическій кабинетъ Института образцовъ свыше 400, не считая дубликатовъ и музейныхъ образцовъ.

За все время пребыванія на руднике я пользовался со стороны администраціи самымъ любезнымъ содействіемъ, почему и приношу глубокую благодарность К.И. Иваницкому за оказанное гостеприимство; А.Е. Дедюхину, предоставившему въ мое распоряжение лошадь и рабочаго и сообщившему много ценныхъ данныхъ своихъ наблюденій; А.Ф. Путалову, нередко сопровождавшему меня при осмотре выработокъ, и горному инженеру Н.Я. Веревкину, постоянно помогавшему мнѣ въ работѣ и закончившему послѣ случившагося со мной несчастья обследованіе нѣскольких горизонтовъ главной штольни.

Рудникъ Богомъ-Дарованный находится въ 25 верстахъ (по прямому направленію) къ югу отъ села Покровскаго и расположена въ вершинѣ Безымяннаго (иначе Федоровскаго ключа), впадающаго справа въ рѣчку Большую Собаку – лѣвый притокъ Сыи, системы Бѣлаго Іюса. Орографія окрестностей Богомъ-Дарованнаго рудника отличается той же рѣзкой расчлененностью рельефа, которая характеризуетъ весь горный узел, начинающиеся вблизи села Покровскаго и представляющей – повидимому – северные отроги Кузнецкаго Алатау. Долина Федоровскаго ключа – узкая, глубокая и имѣетъ значительный уклонъ, особенно въ вершинѣ. Последняя находится на сѣверномъ крутомъ склонѣ перевала, являющагося водораздѣломъ между Федоровскимъ ключемъ и вершинами Сактычула. Съ запада и востока долина Федоровскаго ключа ограничена высокими и крутыми отрогами того же водораздела. Западный изъ этихъ отроговъ, отдѣляющих Федоровский ключъ отъ р. Собаки, спускается на сѣв.-востокъ къ сліянію этихъ рѣчекъ – довольно крутымъ мысомъ, въ южной же части, въ свою очередь, разделяется на два отрога, изъ которыхъ одинъ проходитъ между левыми вершинами Солгона и Сактычула, а другой, круто заворачивая на востокъ, соединяется при посредствѣ указаннаго выше перевала съ восточнымъ отрогомъ, отдѣляющимъ Федоровскій ключъ отъ Веселаго ключа. Большая часть изслѣдованной площади почти совершенно лишена лѣса и изобилуетъ обнаженіями, нередко въ видѣ довольно высокихъ (до 10 саж.) скалъ, какъ напримѣръ, въ восточной сторонѣ перевала между Федоровскимъ ключемъ и Сактычуломъ (на картѣ точка съ высотой 609 с.) и на лѣвомъ берегу Собаки противъ устья Федоровскаго ключа (точка съ высотой 431 с.).

Въ геологическомъ отношении изслѣдованный мной участокъ, какъ это можно судить уже и по картѣ, не отличается большимъ разнообразіемъ въ слагающихъ его породахъ [*]. Наибольшимъ распространеніемъ пользуются изверженныя породы и среди нихъ – особенно зеленокаменныя, представляющія различныя структурныя модификаціи. Мы находимъ здѣсь и нормальный гипидіоморфной структуры діоритъ различной крупности зерна; и богатый роговой обманкой порфировидный діоритъ съ рѣзко выступающими правильными бѣлыми кристаллами плагіоклаза; находимъ и типичные діоритовые порфириты, и, наконецъ, туфы послѣднихъ. Однако, изъ всѣхъ этихъ модификацій только повидимому, играютъ более или менее самостоятельную роль: порфировидный діоритъ и порфириты съ ихъ туфами. Что же касается діорита нормальной структуры, то онъ имѣетъ настолько ограниченное развитіе и даетъ такіе постепенные переходы въ порфировидный діоритъ, что его приходится считать лишь местными структурными разновидностями последняго. Впрочемъ, какъ увидимъ ниже, въ некоторыхъ случаяхъ представляется сомнительной и раціональность отделенія порфировиднаго діорита отъ порфиритовъ.

Последніе слагаютъ оба склона долинки Федоровскаго ключа, а также южный и западный склоны хребта, отдѣляющаго этотъ ключъ отъ долины реки Собаки, и несколько выше устья Федоровскаго ключа уходятъ къ югу на левый берегъ Собаки. Въ большинствѣ случаевъ эти порфириты представляютъ серовато- или синевато-зеленоватую породу, почти совершенно афанитовую и лишенную макроскопически различныхъ порфировыхъ выделеній. Весьма часто они содержатъ довольно обильныя – величиной до горошины-миндалины кальцита или хлорита, или такой же величины – пустоты. Въ послѣднемъ случае эти породы уже и микроскопически напоминаютъ более туфы. Микроскопъ же обнаруживаетъ следы обломочной структуры даже и въ тѣхъ образцахъ, какіе на первый взглядъ кажутся совершенно однородными. Такъ, напримѣръ, въ шлифѣ образца, взятаго съ правой стороны Федоровскаго ключа вблизи его русла (на картѣ точка, отмеченная высотой 410 с.), мы видимъ весьма тонко-зернистую основную массу, состоящую главнымъ образомъ изъ обрывковъ хлорита и въ меньшемъ количествѣ зернышекъ кварца и полевого шпата (послѣдній отчасти въ видѣ тонкихъ лейсточекъ плагіоклаза); скудныя и мелкія выдѣленія значительно-кальцитизированнаго плагіоклаза и много неправильныхъ, но довольна рѣзко ограниченныхъ участковъ, состоящихъ изъ хлоритовой, богатой рудными частицами основной массы и мелкихъ порфировидныхъ выдѣленій плагіоклаза. Присутствіе такихъ включеній, несомненно принадлежащихъ тому же діоритовому порфириту, въ связи съ часто обнаруживаемой разсматриваемыми породами отчетливой слоистостью заставляетъ предполагать, что здѣсь имѣло мѣсто несколько последовательныхъ изліяній одной и той же магмы.

Въ другихъ случаяхъ находимъ и совершенно однородные по строенію и более типичные діоритовые порфириты съ различимыми уже макроскопически выделеніями плагіоклоза. Эта последняя разновидность большею частью (если не исключительно) встречается вблизи границъ порфирита съ порфировиднымъ діоритомъ и является какъ бы переходомъ къ последнему.

*) Опредѣленіе породъ производилось пока на основаніи самаго бѣглага просмотра шлифовъ, изготовленныхъ изъ породъ наиболѣе распространенныхъ (въ общемъ 20 шлифовъ).

Вблизи границы съ осадочными породами порфириты и ихъ туфы содержатъ включенія черной, плотной и твердой роговиковаго вида породы, что придаетъ имъ брекчіевидный характеръ. Наконецъ необходимо отметить, что вблизи той же границы порфириты сильно обогащаются пиритомъ, который, впрочемъ, и вообще является довольно постоянной примесью этихъ породъ.

При выветриваніи порфириты даютъ плотную желтовато-зеленую корку, позволяющую еще издали отличать ихъ обнажения. Обогащенныя же пиритомъ разности переходятъ при выветривании въ буровато-желтую землистую массу, настолько непохожую на первоначальную породу, что установить родственную связь съ нею можно было только на основаніи взятыхъ изъ разведочныхъ канавъ образцовъ, обнаруживающихъ постепенно все стадіи вывѣтриванія.

Какъ уже было упомянуто, въ некоторыхъ случаяхъ на очень ограниченномъ пространстве наблюдаются такіе постепенные переходы отъ только что описанныхъ порфиритовъ къ порфировидному діориту, такая частая и незаметная смена обнаженій первой породы второю, что выделить последнюю на карте не везде возможно. Таковы, например, участки на правомъ увале Собаки вблизи Угольнаго ключа и на левомъ берегу Федоровскаго ключа, саженъ на 200 ниже построекъ верхняго стана. Выходы порфировиднаго діорита вблизи Угольнаго ключа еще могутъ быть, пожалуй, связаны съ обнаженіями той же породы на горѣ между отводами Колорадо и Заширотнаго, и тогда мы получили бы непрерывную полосу порфировиднаго діорита, простирающуюся черезъ весь изслѣдованный участокъ съ Ю.-В. на С.-З., но намѣтить границы этой полосы въ сѣверо-западной ея части, все же, было бы затруднительно. Наоборотъ, въ юго-восточной части этой полосы (въ предѣлахъ отводовъ Подзвѣзднаго, Каліостровскаго-Подлуннаго, части Верхне-Сактычульскаго, Фелонидинскаго, Богомъ-Дарованнаго и восточной части Подоблачнаго рудниковъ) я счелъ возможнымъ показать порфировидный діоритъ по слѣдующимъ соображеніямъ:

a) на этомъ пространствѣ порода, о которой идетъ рѣчь, имѣетъ исключительное распространеніе при полномъ почти отсутствіи обнаженій другихъ породъ;
b) на отмеченной пунктиромъ границъ порфировиднаго діорита и порфиритовъ нередко находятся выходы послѣднихъ, содержащіе включенія порфировиднаго діорита;
c) та же граница отмечается какъ линія более или менее резкой смены одной породы другою;
d) порфировидный діоритъ въ выработкахъ Подлуннаго, Богомъ-Дарованнаго и отчасти Подоблачнаго является породой, включающей кварцевыя жилы.

Въ громадномъ большинства случаевъ порфировидный діоритъ представляетъ темнозеленую породу съ мелкозернистой основной массой, состоящей преимущественно изъ зеленой роговой обманки, имеющей (какъ это оказывается при изслѣдов. п. м.) вероятно вторичное происхожденіе, при незначительномъ участіи плагіоклаза; выдѣленія принадлежатъ прямоугольнымъ лейстамъ бѣлаго и матоваго, рѣже безцвѣтнаго и блестящаго плагіоклаза. Подъ микроскопомъ основная масса оказывается имеющей призматически зернистую структуру и содержащей кромъ распознаваемыхъ макроскопически элементовъ – немного рудныхъ частицъ, зернышекъ кварца и эпидота. Выдѣленія плагіоклаза въ значительной степени проникнуты новообразованіями кальцита и серицита, въ другихъ случаяхъ – почти совсѣмъ свѣжая.

Встрѣченныя структурныя модификаціи описываемой породы заключаются или въ сокращенія количества порфировидныхъ выдѣленій вплоть до полнаго ихъ исчезновения, или въ увеличении размѣровъ зеренъ основной массы, при чемъ порода постепенно переходитъ въ нормальный діоритъ, или, наконецъ, въ уменьшении размѣровъ порфировидныхъ выдѣленій, что; какъ уже было указано, сближаетъ порфировидный діоритъ съ порфиритомъ. Обѣ послѣднія модификаціи большею частью пріурочиваются къ окраинамъ обозначенной на картѣ полосы порфировиднаго діорита и – затѣмъ – довольно развиты въ упомянутыхъ уже участкахъ (вблизи Угольнаго ключа и на лѣвомъ увалѣ Федоровскаго), а также въ сѣв.-восточномъ углу изслѣдованнаго района вблизи починныхъ граней отводовъ Захарьевскаго и Нижне-Ключевскаго.

Что касается уменьшенія количества порфировидныхъ выдѣленій, то необходимо заметить, что это явленіе въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (напр, на отвода Подлуннаго) сопровождается сильнымъ обогащеніемъ породы роговой обманкой, нередко образующей сплошные прослойки, и въ то же время – находится въ связи съ появленіемъ жилъ и прожилковъ кварца. Въ этомъ случаѣ, очевидно, мы имѣемъ дѣло уже съ большей стадіей метаморфизаціи, какую испытываетъ порода при внѣдреніи въ нее кварцевыхъ жилъ и о которой будетъ сказано ниже.

Въ полосѣ распространенія порфировиднаго діорита значительный интересъ представляетъ участокъ въ серединѣ отвода Подзвѣзднаго рудника, гдѣ когда-то предпринималась разведка на магнитный желѣзнякъ. Здѣсь на небольшомъ пространствѣ кромъ порфировиднаго діорита и знакомыхъ уже намъ модификации его мы находимъ – съ одной стороны – діоритъ, болѣе богатый полевыми шпатами, съ другой-темнозеленую мелкозернистую породу, по внешнему виду несколько напоминающую перидотитъ и содержащую включенія магнитнаго желѣзняка. Послѣдній то составляетъ какъ бы шлировыя выдѣленія въ этой породѣ въ видѣ сплошныхъ кусковъ величиной до кулака, то въ видѣ зеренъ съ горошину заключается въ прорѣзывающихъ породу кварцевыхъ прожилкахъ, то брекчіевидно смѣшанъ съ кварцемъ и кальцитомъ. Наконецъ, здесь же находимъ выходы кварцеваго порфира, который какъ бы прорѣзаетъ діоритъ и содержитъ включенія его обломковъ.

Вопросъ о взаимномъ отношеніи всѣхъ этихъ породъ можетъ быть вырѣшенъ только после детальной обработки собраннаго матеріала; пока же я позволю себѣ высказать лишь слѣдующія предположенія, которыя, по моему, прежде всего и должны быть проверены.

1) Нельзя ли объяснить присутствіе меланократовой разности діорита, содержащей выдѣленія магнитнаго железняка, местной дифференціацiей діоритовой магмы;

2) Не являются ли кварцевыя жилы, цементирующія куски магнетита, и по времени и по способу ихъ образованія аналогичными съ золотосодержащими кварцевыми жилами Богомъ-Дарованнаго и Подлуннаго рудниковъ;

3) Нельзя ли сопоставить встреченные на описанномъ участкѣ выходы кварцеваго порфира съ выходами той же породы въ другихъ мѣстахъ *) и съ тѣми порфировыми туфами и брекчіями, какіе; какъ увидимъ ниже, переслаиваются на отводе Богородице-Рождественскаго рудника съ осадочными породами.

Если последнее предположеніе окажется допустимымъ, то всѣ выходы кварцеваго порфира можно будетъ разсматривать, какъ принадлежащіе одной сплошной жилѣ, пересекающей полосу порфировиднаго діорита, и тогда возникаетъ и еще одинъ вопросъ: не находится ли эта жила въ родственной связи съ тѣмъ гранитнымъ массивомъ, какой находится къ югу отъ изследованной площади.

О существовали такого массива я заключаю изъ указаній проф. Зайцева, который, какъ видно изъ его дневниковъ **), встрѣтилъ мелкозернистый роговообманковый гранитъ вблизи впаденія Сактычула въ Солгонъ – на лѣвомъ берегу послѣдняго, затѣмъ – вблизи устья Солгона въ почве розсыпи Леонтьевскаго пріиска и, наконецъ, выше по Сые, где "выступаетъ большими глыбами порода – роговообманковый гранититъ средняго зерна". По всей вероятности, къ этому же массиву принадлежать и встреченные мною выходы такого же среднезернистаго роговообманковаго гранитита, находящиеся на вершине и на склонахъ горы между вершинами Сактычула и Солгона. Что жа касается северной границы этого массива, то она проведена мною на карте болѣе или менее гадательно отчасти изъ за редкости нахожденія обнаженій въ юго-западной части изслѣдованнаго района, покрытой густымъ лесомъ, отчасти изъ за неполноты наблюдений***).

Значительно меньшее распространеніе по сравненію съ описанными породами имеютъ діабазовые порфириты. Они слагаютъ увалъ долинки Веселаго ключа и горы на левомъ берегу Собаки, начиная отъ устья Федоровскаго ключа и ниже по теченію Собаки. Это – плотныя и твердыя синевато-серыя или зеленовато-черныя породы съ раковистымъ изломомъ, имеющія по внешнему виду бальзатовый habitus. Подъ микроскопомъ же шлифы ихъ обнаруживаютъ основную массу, интерсертальной структуры, состоящую изъ небольшихъ, лежащихъ въ различныхъ направленіяхъ, лейсточекъ значительно разложившагося плагіоклаза, обрывковъ хлорита и довольно обильныхъ мелкихъ зернышекъ кварца, по-видимому, вторичнаго; кроме того, довольно часто попадаютъ миндалины кальцита и хлорита и более или менее правильно ограниченный буроватыя полупрозрачныъ зерна, принадлежащия, вероятно, перешедшему въ лейкоксенъ ильмениту. Порфировидныя выделенія, сильно кальцитизированный плагіоклазъ, – скудныя и маленькія и часто совершенно отсутствуютъ. Формы обнаженій этихъ порфиритовъ преимущественно скалы, достигающія значительной (до 15 саж.) высоты и разбитыя такой правильной толстоплитковой отдельностью, что издали кажутся принадлежащими осадочнымъ породамъ. Направленіе этой отдельности то юго-восточное, то северо-восточное подъ угломъ въ 20°, реже – юго-западное подъ угломъ около 65°.

Осадочныя породы имеють въ пределахь изследованной площади весьма незначительное развитіе, появляясь въ виде двухъ небольшихъ изолированныхъ участковъ: на правомъ берегу Собаки несколько ниже Федоровскаго ключа и на севере-восточномъ склоне хребта между этимъ ключемъ и Собакой.

Въ первомъ участке осадочныя породы обнаружены въ искусственномъ обнаженіи (на срытомъ у дороги склоне горы) среди выходовъ діабазовыхъ порфиритовъ. Оне имеютъ здесь общее паденіе почти прямо на северъ (отъ NO-5° до NW-343°) подъ угломъ отъ 65° до 80° и состоятъ изъ вывѣтрѣныхъ, проникнутыхъ лимонитомъ порфировыхъ туфовъ, часто пересеченныхъ тонкими прожилками кварца и кальцита, и тонкаго пласта глинистаго сланца, на который снова налегаютъ туфы.

Во второмъ участке осадочныя породы раскрыты разведочными работами на отводахъ Богородице-Рождественскаго и Подоблачнаго рудниковъ. Паденіе ихъ здесь, въ общемъ, очень изменчиво, но преобладаетъ восточное подъ угломъ около 37°. Самымъ восточнымъ и, повидимому, самымъ верхнимъ членомъ толщи осадочныхъ породъ являются здесь тонкослоистые ленточной структуры метаморфизованные кремнисто-глинистые сланцы, состоящіе изъ правильно чередующихся серовато-желтыхъ черно-серыхъ полосъ. Какъ увидимъ ниже эти сланцы собраны вблизи поверхности въ мелкія складки и включаютъ кварцевую жилу, имеющую согласное съ ними паденіе. Далѣе къ западу встречаемъ порфировые туфы,

*) Выходы кварцеваго порфира встречены въ двухь мѣстахъ среди порфироводнаго діорита, а именно: на площади отвода Каліостровскаго пріиска въ точкахъ, отмѣченныхъ на картѣ буквой II. Въ обоихъ пунктахъ кварцевый порфиръ найденъ въ видѣ некрупнаго щебня, повидимому, представляющаго распавшійся на мѣстѣ коренной выходъ.

**) "Въ Ачинско-Минусинской тайгѣ". Томскъ 1901 г., стр. 15.

***) Начавшіеся въ первыхъ числахъ августа дожди заставили, меня заняться изслѣдованіемъ подземныхъ выработокъ прежде, чѣмъ я успѣлъ выполнить всѣ намѣченные маршруты.

также значительно измененные и изобилующіе новообразованіями кальцита, вторичной слюды и лимонита. Тѣ же туфы несколько севернѣе становятся болѣе плотными и содержатъ включенія діоритоваго порфирита и глинистаго сланца.

Еще далѣе на западъ и выше по склону горы (вблизи точки, отмеченной высотой 555 с.) также въ развѣдочныхъ канавахъ открывается мелкокристаллическій сыровато-черный известнякъ. Шлифы его подъ микроскопомъ оказываются состоящими исключительно изъ зеренъ кальцита, образующихъ частью сотовую, частью зубчатую структуру, и не содержатъ никакихъ слѣдовъ окаменелостей. Мощность этого известняка – около 10–15 саж.

За известнякомъ находимъ сначала такіе же измененные глинистые сланцы, какіе были описаны выше, а затѣмъ – богатую кальцитомъ известково-серицитовую породу, которая по мѣрѣ удаленія на западъ все более обогащается серицитомъ и зернышками кварца и представляетъ, вероятно, также продуктъ измененія порфироваго туфа. Последній вместе съ брекчіей микрофельзитоваго кварцеваго порфира (плотной черной породой, содержащей обломки діоритоваго порфирита и глинистаго сланца и обильно проникнутой пиритомъ) составляетъ западную границу разсматриваемой толщи осадочныхъ породъ.

Отличительной особенностью всехъ перечисленныхъ породъ, кроме интенсивной метаморфизаціи, является значительная пиритизація ихъ. Изъ всехъ собранныхъ здесь образцовъ нетъ ни одного такого, который не содержалъ бы заметной вкрапленности пирита; особенно же богаты этимъ минераломъ порфировые туфы и все продукты ихъ измененія – съ одной стороны, и заключенный въ этихъ породахъ и въ глинистыхъ сланцахъ кварцевыя жилы[*] – съ другой. Кроме того, довольно отчетливо выражена наиболее интенсивная пиритизация[**] вблизи границъ распространенія осадочныхъ породъ и, особенно, вблизи западной: проходящая здесь полоса плотной черной породы (уже упомянутой брекчіи микрофельзитоваго кварцеваго порфира) настолько изобилуетъ вкрапленностью пирита, что последняя можетъ быть замечена даже и на нѣкоторомъ разстояніи отъ выхода[***].

Изъ приведеннаго описанія толщи осадочныхъ породъ явствуетъ, что толщу эту ни по способу, ни по времени образованія отдѣльныхъ ея членовъ нельзя разсматривать какъ нечто целое. Присутствие туфовъ кварцеваго порфира, содержащихъ обломки глинистаго сланца, съ несомненностью указываетъ на различный возрастъ этихъ породъ. Кроме того, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно сомневаться даже въ раціональности примененія названія "туфовъ": возможно, что мы имеемъ дело съ настоящимъ кварцевымъ порфиромъ, включающимъ только въ изобиліи обломки прорванныхъ имъ породъ. Поэтому, не отделяя ни въ описаніи, ни въ карте туфы отъ породъ осадочныхъ, я руководился лишь тесной перемежаемостью техъ и другихъ и отчасти недостаточностью техъ данныхъ, какія извлекъ изъ бѣглаго ознакомленія съ собраннымъ матеріаломъ. Ближайшее выясненіе деталей геологическаго строенія разсматриваемаго участка, какъ и определеніе отношеній залегающихъ здесь порфировыхъ туфовъ и брекчій къ указаннымъ выше выходамъ кварцеваго порфира, – я ставлю одной изъ задачъ подробнаго отчета о моей командировке.

Заканчивая описаніе развитыхъ на изследованномъ участке породъ, надо еще сказать, что небольшая толща осадочныхъ породъ – перекристаллизованные известняки – пересечена эксплоатаціонными штольнями Богомъ-Дарованнаго и разведочными штольнями Подлуннаго. Положеніе ихъ здесь показано на карте пунктирными линіями. Какъ видно изъ карты, эти известняки заключены здесь среди порфировиднаго діорита.

Перехожу теперь къ кварцевымъ золотосодержащимъ жиламъ, при чемъ для удобства опишу ихъ въ такомъ порядкѣ: а) разрабатываемыя жилы Богомъ-Дарованнаго рудника; b) жилы, разведываемыя на Подлунномъ и с) жилы, открытыя разведочными работами на отводахъ Подоблачнаго и Богородице-Рождественскаго рудниковъ.

На Богомъ-Дарованномъ въ настоящее время разрабатываются двѣ жилы, положеніе которыхъ указывается обозначеннымъ на картѣ главными штольнями. Жилы эти представляютъ, собственно, двѣ почти параллельныя вѣтви одной жилы, открытой первоначально. Среднее истинное простираніе последней (до ея раздѣленія) – SW – 202°; за развѣтвленіемъ обѣ вѣтви отклоняются къ западу, имѣя среднее простираніе: восточная SW – 210°, западная SW – 205 1/2°. Паденіе жилъ, оставаясь въ общемъ крутымъ (около 80° на востокъ), также несколько изменяется, а именно: до развѣтвленія жила падаетъ на востокъ подъ угломъ около 80°, послѣ развѣтвленія западная вѣтвь въ нижнихъ разрабатываемыхъ горизонтахъ сначала сохраняетъ то же паденіе, а затѣмъ – восточное же, но менѣе крутое – около 70°, въ среднихъ горизонтахъ, наоборотъ, по мѣрѣ удаления къ югу отъ развѣтвленія паденіе жилы приближается къ вертикальному; наконецъ, въ верхней части сначала также наблюдается приближеніе къ отвесному паденію, а затѣмъ крутое паденіе на западъ. Таковы въ общихъ чертахъ и измѣненія въ паденіи восточной вѣтви.

[*] Послѣднія содержатъ иногда, кромѣ пирита, еще и магнитный колчеданъ.

[**] Распространяющаяся, какъ мы видѣли выше, и на примыкающія изверженныя породы.

[***] Слѣдуетъ заметить, что выходы совершенно такой же плотной черной богатой пиритомъ породы встречены еще на правомъ берегу Собаки вблизи Угольнаго ключа. Но связать эти выходы съ только что описанными возможно лишь послѣ микроскопическаго изслѣдованія образцовъ изъ обоихъ пунктовъ.

Мощность жилъ въ большинства случаевъ равняется 2–4 арш., местами же достигаетъ 10–18 и даже 28 арш. (последнее относится къ мѣстамъ соединения обѣихъ ветвей жилы). Что же касается строенія жилы, о которомъ подробнее будетъ сказано ниже, то оно мѣняется почти на каждомъ шагу. Приводимые на таблицѣ II-й рисунки забоевъ достаточно это иллюстрируютъ.

Относительно содержанія золота въ жилахъ и измѣненія этого содержанія по простиранію и паденію, къ сожалѣнію, можно сказать очень мало. На рудникѣ не только не ведется систематическая опробования руды изъ отдѣльныхъ забоевъ, но даже не регистрируются данныя о томъ, во что отходить обработка руды, поступившей на фабрику изъ той или другой серіи забоевъ *). Поэтому, приходится пока довольствоваться свѣдѣніями самаго общаго характера, извлеченными отчасти изъ дневниковъ проф. Зайцева, отчасти изъ разспросовъ г. управляющаго рудникомъ, отчасти изъ "Сборника статист. свѣдѣній о горнозав. промышленности Россіи", издаваемаго Горнымъ Ученымъ Комитетомъ. Изъ послѣдняго источника мы узнаемъ, что производительность Богомъ-Дарованнаго рудника и среднее содержаніе обработанной руды выразились следующими цифрами:

Въ	1899 г.	получено золота	1 п. 23 ф. 27 з. 48 д.,	при средн.	содерж.		13 з. 40 д.
„	1900 г.	„	„ 7 п. 16 ф. 44 з. 14 д.,	„	„	„	18 з. $51\frac{3}{4}$ д.
„	1901 г.	„	„ 17 п. 22 ф. 80 з. 48 д.,	„	„	„	16 з. 15 д.
„	1902 г.	„	„ 13 п. 3 ф. 93 з. — д.,	„	„	„	9 з. 63 д.
„	1903 г.	„	„ 17 п. 4 ф. 6 з. — д.,	„	„	„	11 з. 85 д.
„	1904 г.	„	„ 20 п. 8 ф. 25 з. — д.,	„	„	„	14 з. 8 д.
„	1905 г.	„	„ 15 п. 29 ф. 79 з. — д.,	„	„	„	12 з. 1,7 д.
„	1906 г.	„	„ 13 п. 37 ф 40 з. — д.,	„	„	„	10 з. 27 д.
„	1907 г.	„	„ 16 п. — ф. 49 з. — д.,[1]	„	„	„	8 з. 8,9 д.

Изъ дневника проф. Зайцева **) узнаемъ, что часть жилы до ея раздѣленія при работѣ въ лѣто 1900 г. обнаруживала содержаніе золота въ нижнемъ и среднемъ горизонтахъ – ***) до 30 зол., верхнемъ – ****) до 40 зол.; въ забояхъ штольни по западной вѣтви жилы (на таб. 2, рис. 1 – горизонты kl, l1, m1) – въ нижнемъ и среднемъ горизонтахъ – до 60 зол., въ верхнемъ – до 48 зол.; въ забояхъ штольни восточной вѣтви (горизонты h, i, k) въ нижнемъ и среднемъ горизонтахъ до 30 з., въ верхнемъ – до 80 золотниковъ.

Въ настоящее время работаются, главнымъ образомъ, южные забои на обѣихъ вѣтвяхъ жилы. Содержаніе золота колеблется довольно значительно, доходя местами до 1 ф. Наиболее богатыми считаются (по сообщенію г. Штейгера) забои на горизонтахъ (см. табл. 2): f, h, 1 на восточной вѣтви и среди нихъ – особенно южный забой (называемый "3-й югъ") горизонта 1. Среднее содержание обнаруживаютъ южные забои (на той же вѣтви) горизонтовъ a, b, c и d. Кромѣ того, по сообщенію того же лица, въ жилѣ наблюдается выделяющаяся по богатству полоса, имеющая паденіе на WSW подъ угломъ примерно въ 65–70°.

Включающей жилы породой, какъ уже говорилось, является порфировидный діоритъ (и лишь въ двухъ мѣстахъ подземными выработками пересеченъ известнякъ). Въ ближайшемъ соседстве съ кварцевыми жилами эта порода проявляетъ различныя измѣненія, съ характеромъ которыхъ лучше всего можно ознакомиться изъ описанія различныхъ забоевъ. Рисунки послѣднихъ приведены на таблицѣ 3, причемъ для каждаго указано его разстояніе отъ устья нижней штольни; малыми буквами обозначенъ горизонтъ забоя, буквами N и S-направленіе забоя (северный или южный).

Изъ разсмотрѣнія этихъ рисунковъ можно видѣть, что вблизи жилъ включающая ее порода чаще всего переходитъ или въ хлоритово-известковистую породу или въ плотную роговообманковую породу.

Первая представляетъ мягкую и часто жирную на ощупь зеленовато-черноватую породу, обычно съ заметной слоистостью и значительной вкрапленностью пирита. Иногда она появляется въ видѣ различной толщины полосъ, отдѣляющихъ жилу отъ свѣжѣго діорита, при чемъ обыкновенно бываетъ прорѣзана тонкими кварцевыми прожилками, въ контактѣ съ которыми особенно обогащается пиритомъ; въ другихъ случаяхъ, она заполняетъ промежутки между отдельными частями жилы (см. забои d–S и f–N) или составляетъ включенія въ самой жилѣ (забой a–S); наконецъ, эту же хлоритово-известковую породу находимъ во всѣхъ трещинкахъ, какими въ большинствѣ случаевъ бываетъ разбита жила. По внешнему виду эта порода не остается всюду одинаковой, а именно: въ однихъ случаяхъ, она представляется въ видѣ почти совершенно рыхлой глинистой массы, въ другихъ – обнаруживаетъ еще структуру діорита (забои m–S, d–S,

*) Это объясняется недостаточной по сравненію съ добычей производительностью фабрики, почему доставляемая изъ рудника руда сваливается предварительно въ амбары и изъ нихъ периодически поступаетъ на фабрику. Мнѣ думается, владѣльцамъ рудника было бы выгодно завести для системат. опробованія забоевъ небольшую толчею. Расходы на ея устройство и содержание, вѣроятно, въ значительной степени окупились бы получаемымъ при этомъ золотомъ и болѣе раціональнымъ направленіемъ эксплоататцонныхъ работъ.

[1] Изъ нихъ 4 и. 15 ф. 16 з. химическаго изъ 600,000 п. шламовъ съ сод. 2 з. 77 д.

**) 1. с. стр. 13.

***) На чертежѣ (табл. 2, рис. 1) этимъ горизонтомъ, повидимому, отвѣчаютъ обознач. буквами b" и c".

****) Тамъ же – d".

a–S, c–N). Какъ общія же свойства этой породы должны быть отмѣчены слѣдующія: она несомнѣнно является продуктомъ измѣненія діорита; составляетъ – хотя бы въ видѣ тонкихъ примазокъ – почти постоянную оторочку кварцевой жилы и прожилковъ (отсутствуя лишь у прожилковъ, заключенныхъ въ роговообманковой формѣ измѣненія діорита); выполняетъ всѣ тонкія трещинки въ жилѣ и всюду въ контактѣ съ кварцемъ сильно обогащается пиритомъ.

Другой не менѣе часто встрѣчаемой формой измѣнения діорита является плотная твердая порода синевато темно зеленаго цвѣта. Подъ микроскопомъ она оказывается состоящей почти изъ одной роговой обманки, частью первичной, частью вторичной – волокнистаго habitus'a. Появляясь то съ одного, то съ обоихъ боковъ жилы, а также между болѣе мощными прожилками сложной жилы, (заб. 1-S, a-S, f-N), эта порода встрѣчается чаще всего тамъ, гдѣ жила раздѣляется на много тонкихъ прожилковъ. (Если рисунки нѣкоторыхъ забоевъ (g–N, d–N, e–S) какъ будто противорѣчатъ этому замѣчанію, то лишь потому, что въ указанныхъ забояхъ прожилки кварца настолько тонки и многочисленны, что изобразить ихъ не представлялось возможнымъ). Кромѣ того, для разсматриваемой формы измѣненія боковой породы довольно отчетливо выражается болѣе или менѣе постоянное условіе ея появленія въ тѣхъ забояхъ, въ которыхъ и жила, и включающая порода не разбиты такими многочисленными трещинами, какія всюду находимъ въ другихъ мѣстахъ. Въ контактѣ съ кварцемъ (являющимся здѣсь б. ч. совершенно плотнымъ – "сливнымъ" роговообманковая порода также содержитъ заметную вкрапленность пирита, однако – въ общемъ менѣе значительную по сравненію съ хлоритово-известковой. Въ такихъ же условіяхъ; т. е. вблизи кварца, находится иногда въ этой породѣ и видимое золото.

Что касается породы, отмеченной на рисункахъ забоевъ (f–S, e–S, a–S и g–N), штриховкой изъ чередующихся сплошныхъ и пунктирныхъ линій, то слѣдуетъ заметить, что эта желтовато- или зелено-ватосѣрая порода почти нигдѣ не появляется болѣе или менѣе самостоятельно, но, будучи перебита прожилками кварца и трещинками, заполненными хлоритово-известковой породой, обусловливаетъ брекчіевидный характеръ занятыхъ ею участковъ забоя. Цвѣтъ, плотное сложеніе и значительная твердость этой породы заставляютъ предполагать, что она представляетъ результатъ окремненія и, отчасти, эпидотизаціи хлоритово-известковой породы.

На трехъ горизонтахъ (n, m и k) въ южныхъ забояхъ встрѣченъ известнякъ. Онъ имѣетъ черно-сѣрый цвѣтъ, мелкозернистое строеніе и содержитъ вкрапленность колчедановъ. Содержаніе послѣднихъ уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ жилы и увеличивается въ другую сторону, такъ что вблизи жилы известнякъ уже содержитъ довольно большія включенія колчедановъ, а непосредственно между известнякомъ и жилой проходитъ сплошная до 1/2 арш. толшиной полоса колчеденовъ (главнымъ образомъ пирротина, меньше – пирита и немного – мѣднаго колчедана). Въ контакте съ известнякомъ жила становится богаче (до 40 зол. на 100 п.).[*] Какъ и другія боковыя породы, известнякъ местами также содержитъ тонкіе, отходящіе оть жилы, прожилки и, въ этихъ случаяхъ, также является золотоноснымъ. Какъ можно судить по сообщенію горн. инж. Реутовскаго[**], кромѣ условій; совершенно аналогичныхъ только что описаннымъ, въ выработкахъ прежнихъ лѣтъ известнякъ встречался еще "въ виде полосъ, пересѣкающихъ жилу".

Изъ всего вышеизложеннаго можно сделать слѣдующіе общіе выводы.

1) По характеру непосредственно прилегающимъ къ жилѣ породѣ забои въ подземныхъ выработкахъ Богомъ-Даpoванаго рудника раздѣляются на:

a) забои, въ которыхъ вблизи жилы съ обѣихъ сторонъ находимъ хлоритово-известковую породу, или сохраняющую еще слѣды структуры порфировиднаго діорита, или же плотную, но связанную со свежей породой постепенными переходами; въ такихъ забояхъ – въ большинствѣ случаевъ и жила, и боковые породы разбиты цѣлой массой трещинъ;

b) забои, въ которыхъ жила съ обеихъ сторонъ ограничена плотной роговообманковой породой; здесь жила чаще всего является сложной, при чемъ отдельные прожилки состоятъ изъ "сливного кварца", а боковая порода трещиноватости не обнаруживает;

c) забои, въ которыхъ съ одной стороны жилы находимъ хлоритово-известковую породу; и, какъ частный случай,

d) забои съ известнякомъ.

2) Почти все описанныя боковыя породы жилы обнаруживаютъ вкрапленность пирита, которая наиболее интенсивна вь непосредственномъ контакте съ кварцемъ (и особенно – если оторочкой послѣдняго является хлористая порода).

3) Видимое золото встречается: въ боковыхъ породахъ, всегда, однако, въ ближайшемъ соседстве съ кварцемъ; въ выполняющих тонкія трещинки въ жиле прослойкахъ хлоритово-известковой породы; въ самомъ кварце, при чемъ чаще всего располагается по тонкимъ, пронизывающимъ кварцъ трещинкамъ. Вообще, условія нахожденія видимаго золота несколько напоминаютъ таковыя, относящаяся къ вкрапленности колчедана, съ той разницей, что последняя въ самомъ кварце лично мной никогда не наблюдалась.

[*] См. Реутовскій "Полезн. ископаемыя Сибири", стр. 359.

[**] Тамъ же.

4) Забои, аттестованные мне, какъ более богатые, большей частью принадлежатъ къ типамъ b и c (изъ вышеуказанныхъ).

Наконецъ, можно еще добавить, что хлоритово-известковые зальбанды жилы часто обнаруживаютъ зеркальныя поверхности скольженія.

Данными о содержаніи золота въ колчеданахъ я пока не располагаю, но что, вообще, колчеданы содержатъ золото, доказывается уже однимъ существованіемъ ціанистаго завода на Богомъ-Дарованномъ. На это же указываюсь и нѣкоторыя косвенныя соображенія, какъ-то: увеличеніе содержанія золота въ жилѣ вблизи известняка, гдѣ какъ было указано, находится цѣлая полоса колчедановъ. Кромѣ того, кажущееся увеличеніе золота въ верхнихъ горизонтахъ (какъ эти видно изъ приведенныхъ выше указаний проф. Зайцева), вѣроятно, также объясняется большимъ содержаніемъ свободнаго золота, образовавшагося отъ разложенія колчедановъ.

На Подлунномъ рудникѣ въ настоящее время разведывается кварцевая жила, открытая двумя разведочными канавами и затѣмъ пересеченная шахтой (см. табл. 4). Среднее простираніе жилы NO – 19°, паденіе на NW очень крутое. Жила изъ сплошного молочно-бѣлаго кварца имѣетъ мощность всего около 1 арш. (мѣстами несколько больше), но даетъ въ боковую породу массу различной толщины прожилковъ, которые, разнообразно извиваясь, сохраняютъ общее направление, параллельное жилѣ. Местами въ сплошномъ кварцѣ появляется въ видѣ небольшихъ линзообразныхъ включеній и выклинивающихся въ обѣ стороны прожилковъ – желтовато- или зеленовато сѣрая плотная и твердая порода, уже знакомая намъ изъ описанія забоевъ въ выработкахъ Богомъ Дарованнаго. Эта порода, въ большинства случаевъ, отделяется отъ кварца тонкими (до 1 m/m) прослойками волокнистой роговой обманки. Боковой породой жилы является порфировидный діоритъ. который по мѣрѣ приближения къ жилѣ все болѣе обогащается роговой обманкой. Такое обогащение рѣдко бываетъ равномѣрнымъ, но чаще всего выражается въ появленіи различной толщины сплошныхъ рогово-обманковыхъ прослойковъ, ограничивающихъ съ обѣихъ сторонъ прожилки кварца, такъ что въ мѣстахъ, гдѣ послѣдніе особенно многочисленны, наблюдается иногда непрерывное чередование слоевъ кварца и роговой обманки, при чемъ по толщинѣ преобладаетъ то первые, то вторые. Въ ближайшемъ же соседстве съ жилой, а также тамъ, гдѣ она разбивается на отдельные болѣе мощные прожилки, – находимъ ту же плотную синевато-темнозеленую роговообманковую породу, о которой также упоминалось выше. Въ контактѣ съ кварцемъ эта порода и здѣсь содержитъ значительную вкрапленность пирита, но въ общемъ менѣе обильную, чѣмъ въ выработкахъ Богомъ-Дарованнаго. Наоборотъ, видимое золото встречается на Подлунномъ въ боковой породѣ гораздо чаще и, пожалуй, даже чаще, чъем въ самомъ кварцѣ, но, какъ и всюду, въ непосредственномь сосѣдствѣ съ нимъ. Куски, содержание видимое золото въ видѣ отдѣльныхъ крупинокъ до 2-хъ m/m діаметромъ или въ видѣ мелкихъ зернышекъ, группирующихся въ небольшія кучки или образующихъ мохуподобныя сочетанія, – попадаются здѣсь, можно сказать, на каждомъ шагу; изредка же находятся и такіе, въ которыхъ золото образуетъ почти сплошные примазки до 5 см. длиной и 12 шириною.

Какъ видно изъ карты, на Подлунномъ имеются еще 2 штольни. Въ настоящее время работы вь этихъ штольняхъ не ведутся, и въ забояхъ ихъ видны только отдѣльныя (до 2 арш. мощи) прожилки, проходящіе въ такомъ же обогащенномъ роговой обманкой порфировидномъ діоритѣ, какой только что былъ описанъ. Несколько небольшихъ же прожилковъ встрѣчено и въ другихъ мѣстахъ въ бокахъ обѣихъ штоленъ. Простираніе прожилковъ рѣже совпадаетъ съ направленіемъ штоленъ, чаще – перпендикулярно къ нему. Паденіе – чаще восточное отъ 15° до 45°. Вблизи прожилковъ боковая порода обнаруживаетъ вкрапленность пирита. По сообщенію проф. Зайцева*), жилы, по которымъ были заложены эти штольни, содержали золота 10–12 зол. на 100 п. руды.

На отвода Подоблачнаго рудника имеется несколько развѣдочныхъ канавъ, но всѣ онѣ въ настоящее время значительно осыпались, такъ что я могъ наблюдать только пересѣченныя этими канавами породы; данныя же о мощности и простирании открытыхъ здѣсь жилъ и содержаніи золота въ нихъ – я заимствую изъ дневника проф. Зайцева ("Въ Ачинско-Минусинской тайгѣ", стр. 14). Жилы, болѣе близкія къ постройкамъ Богомъ-Дарованнаго, залегаютъ въ измѣненномъ діориѣ, состоятъ то изъ бѣлаго и плотнаго, то ячеистаго и охристаго кварца, имѣютъ мощность отъ 1 до 1 1/2 арш. и обнаруживаютъ паденіе на OSO – 100°∠40°. Содержаніе золота въ нихъ то около 50, то около 20 зол.

Самая западная жила (ближайшая къ грани Подоблачнаго и Константиновскаго отводовъ) залегаетъ среди брекчіи фельзитоваго кварцеваго порфира. Кварцъ въ ней, такой же, какъ у предыдущихъ. Въ отдѣльныхъ кускахъ **) наблюдалось содержаніе золота отъ 5 зол. до 1 фунта.

На отводѣ Богородице-Рождественскаго рудника разведочными работами, производившимися въ теченіи прошлаго лѣта горн. инжен. Н. Я. Веревкинымъ, открыты 2 жилы. Какъ уже упоминалось въ общемъ геологическомъ очеркѣ, жилы эти залегаютъ или въ измѣненныхъ глинистыхъ сланцахъ, или въ порфиро-

*) "Въ поискахъ за руднымъ золотомъ", стр. 5, примѣчаніе.

**) Въ свалахъ ниже канавъ.

выхъ туфахъ, или имѣютъ съ одной стороны первую, съ другой – вторую изъ этихъ породъ. Развѣдка произведена до глубины не болѣе 6 аршинъ и открываетъ только верхнія окончанія жилъ. Рисунки двухъ, наиболее глубокихъ, шурфовъ приведены на таблицѣ 4-й внизу.

Лѣвый рисунокъ изображаетъ северную стѣнку шурфа, въ которомъ жила залегаетъ среди сланцевъ. Пересѣкающейся штриховкой показанъ кварцъ (жила и 4 прожилка); тонкими кривыми линіями – направление слоистости сланцевъ; толстыми – трещины заполненныя отчасти мелкими кусочками кварца; въ верхней части шурфа – наносы, подъ ними – щебень глин. сланца. Изъ рисунка видно, что глинистые сланцы подъ жилой собраны въ мелкія, но круто изогнутыя и мѣстами, какъ будто, разорванныя складки. По трещинкамъ вдоль осей сѣделъ и мульдъ этихъ складочекъ, а также параллельно слоистости жила посылаетъ тонкіе отпрыски. На восточной же и западной стенкахъ шурфа паденіе сланцевъ одинаковое (SO – 93°–94°∠38–36°) и согласное съ жилой, такъ что картина залеганія жилы можетъ быть схематически изображена такъ (фиг. 1):

Жильный кварцъ-желтовато-белый, несколько охристый, содержитъ пиритъ.

Въ другомъ шурфе (№ 9) жила совершенно не видна и наблюдаются лишь два небольшихъ кварцевыхъ прожилка, которые, соединяясь, образуютъ на стенке шурфа нечто вроде контура сахарной головы. Простираніе прожилковъ: лѣваго – SW –185° съ паденіемъ на востокъ подъ угломъ 80°; праваго – SO –179° подъ угломъ 56°. Въ висячемъ боку находимъ образовавшуюся изъ порфироваго туфа плотную известково-серицитовую породу, содержащую замѣтную вкрапленность пирита; въ лежачемъ – тѣ же, что и въ предыдущемъ шурфѣ, измененные глинистые сланцы, повидимому образовавшія небольшую сплюснутую складку; порода разбита на кусочки, сцементированныя мягкимъ известковоглинистымъ веществом; последнее выполняетъ также и пространство между прожилками кварца.



Рис. 1

Въ верхней линіи развѣдочныхъ работъ Богородице-Рождественского рудника жила встречена лишь однимъ шурфомъ. Среднее простираніе этой жилы почти одинаково съ только что описанной. Включающими породами являются: со стороны висячаго бока – измененный порфировый туфъ, пересеченный довольно толстымъ (до 2 верш.) прожилкомъ кварца и содержащей мелкую вкрапленность пирита со стороны лежачаго – та же порода, но менее измененная и брекчіевидно-смешанная съ обломками глинистаго сланца; вкрапленность пирита въ ней более значительна. Кварцъ изъ жилы-желтовато белый, слегка ноздреватый съ примазками охры и включениями пирита, местами брекчіевидно смешанъ съ порфировымъ туфомъ.

Произведенное горн. инж. Н.Я. Веревкинымъ опробование отдельныхъ кусковъ кварца изъ жилъ Богородице-Рождественскаго рудника показало содержате золота:

въ кускахъ изъ нижней жилы: знаки, 4 золотн., 8 зол. (на 100 п.);

" " " верхней жилы: 2 зол., 6 зол. и въ одномъ куске около 1 фунта.

Итакъ изъ описанія всѣхъ открытыхъ въ настоящее время на изследованной площади жилъ мы видимъ, что все жилы имеютъ почти одинаковое простираніе, въ большинстве случаевъ близкое къ меридіональному; залегая въ различныхъ породахъ, всюду обнаруживаютъ значительное содержание золота; включающія жилы породы обнаруживаютъ въ соседствѣ съ жилами болѣе или менѣе значительныя измененія, въ громадномъ большинствѣ случаевъ выражающаяся въ сильномъ обогащении карбонатами водными силикатами и пиритомъ (хлоритово-известковая порода на Богомъ Дарованномъ, известково-серицитовая на Богородице-Рождественскомъ), а также иногда и другими сульфидами (пирротинъ и мѣдный колчеданъ въ известнякѣ Богомъ-Дарованнаго); эти измѣнения пріурочены къ незначительной, сравнительно, полосѣ, внѣ предѣловъ которой наблюдается только слабая кальцитизація плагіоклаза въ порфировидномъ діоритѣ (и то не въ далекѣ отъ жилъ, въ другихъ же мѣстахъ эта порода является почти совсѣмъ свѣжей; участки выше Угольнаго и ключа и въ сѣверо-восточномъ углу изслѣдованнаго района); во всякомъ случай, наблюдаемыя въ различныхъ породахъ измѣненія становятся заметно интенсивнѣе по мѣрѣ приближения къ жиламъ, почему и должны быть поставлены въ непосредственную связь съ последними, а, съ другой стороны, проявляются на большемъ пространствѣ тамъ, гдѣ имѣется несколько жилъ (этимъ надо объяснить и сильное измѣненіе почти всей толщи осадочныхъ породъ); видимое золото, если и встречается въ боковыхъ породахъ Подлуннаго и Богомъ-Дарованнаго, то всегда заключается въ той или другой формѣ измѣненія этихъ породъ и, кромѣ того, всюду въ непосредственномъ соседстве съ жилами или прожилками кварца. Поэтому относительно генезиса жилъ Богомъ-Дарованнаго и смежныхъ съ нимъ рудниковъ я считаю возможнымъ высказать слѣдующие взгляды:

1) Жилы эти являются результатомъ выполненія трещинъ, образованныхъ тѣми же тектоническими процессами, которые вызвали и интенсивную складчатость встрѣченныхъ на Богородице-Рождественскомъ рудникѣ глинистыхъ сланцевъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ интересно отмѣтить, что направленіе этой складчатости, а также и общее простираніе описанныхъ жилъ, совпадаетъ съ преобладающимъ направленіемъ горныхъ возвышенностей во всей области Кузнецкаго Алатау *).

2) Выполненіе трещинъ производилось дѣйствіемъ восходящихъ термъ, насыщенныхъ кремнекислотой, угольной кислотой и парами сѣры. Это доказывается вышеописаннымъ характеромъ разложенія включающихъ жилы породъ и интенсивной пиритизацией ихъ въ контактѣ съ жилами. Различный характеръ измненія порфировиднаго діорита (переходъ его то въ хлоритово-известковистую, то въ плотную роговообманковую породу), вероятно, находится въ зависимости отъ большей или меньшей механической разрушенности первичной породы: въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ последняя была разбита многочисленными трещинами, очевидно, имѣли болѣе свободный доступъ пары воды, углекислоты и сѣры, почему въ такихъ мѣстахъ (какъ было указано при описаніи забоевъ Богомъ-Дарованнаго) находимъ вблизи жилы хлоритово-известковую породу; тамъ же, гдѣ діоритъ былъ менѣе трещиноватъ – и разложеніе его должно было быть не менѣе интенсивными, карбонаты здѣсь уже отсутствуютъ, и пиритизація – менѣе значительна.

3) Материнской для золота породой, мнѣ кажется, не можетъ считаться діоритъ, хотя въ немъ и находится часто видимое золото, ибо

a) какъ уже неоднократно указывалось, золото заключено всюду въ діоритѣ уже измененномъ и, при томъ, всегда въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ кварцемъ;

b) содержатъ золото и кварцевыя жилы, залегающая въ другихъ породахъ;

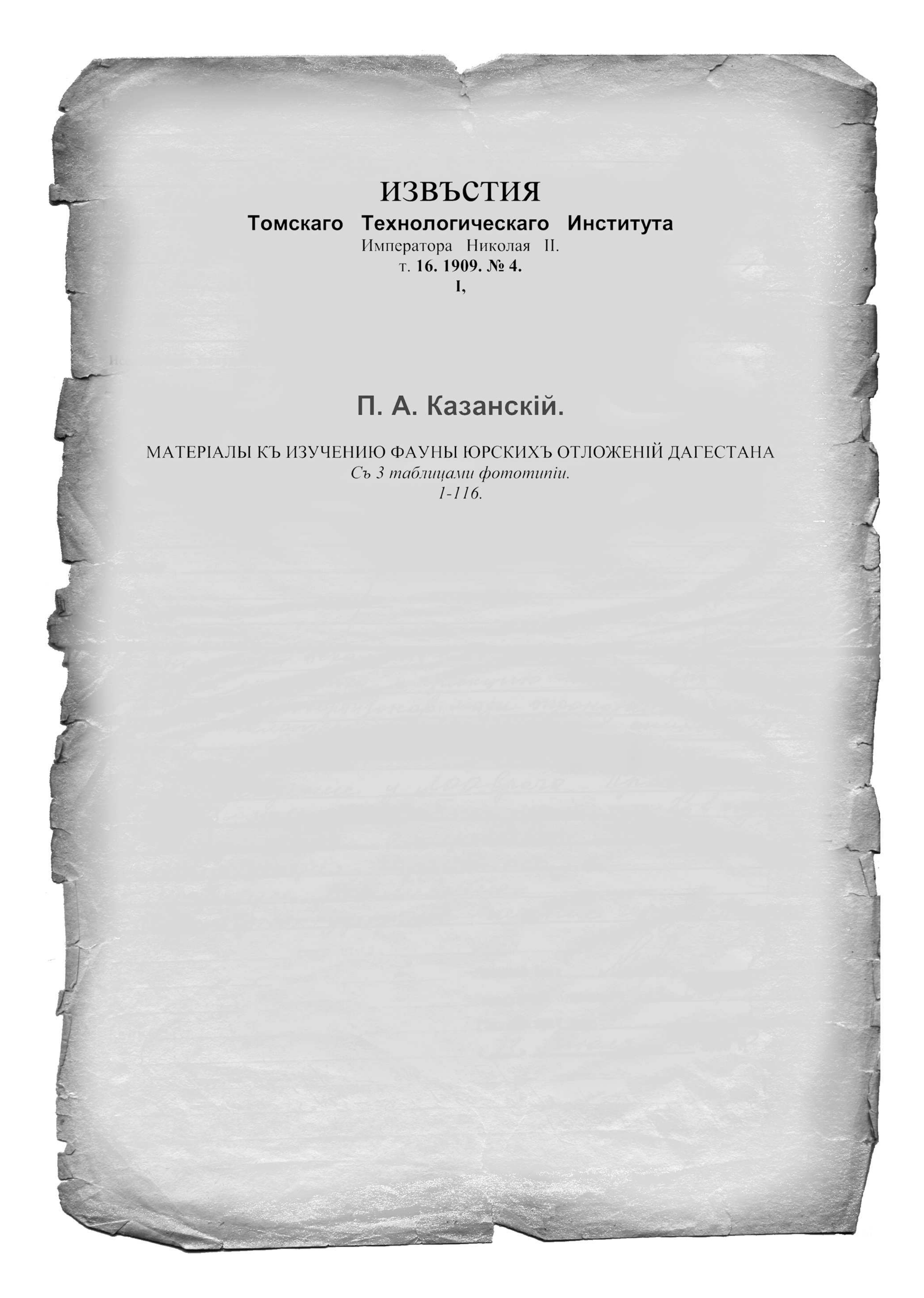
c) допустить, что эти жилы получили золото, предварительно выщелоченное изъ діорита, нельзя, такъ какъ такое выщелачиваніе не могло бы пройти безслѣдно для діорита, между тѣмъ, вдали отъ жилъ, эта порода является лишь слабо разложившейся (можетъ быть даже отъ вывѣтриванія) или – совсѣмъ свѣжей.

Мнѣ думается, что подобно тому какъ для большинства изученныхъ до сихъ поръ кварцевыхъ золотоносныхъ жилъ установлена ихъ генетическая связь съ кислыми породами, и для жилъ Богомъ-Дарованнаго и смежныхъ съ нимъ рудниковъ окажется возможнымъ считать материнской для золота породой или гранитъ, массивъ котораго находится къ югу отъ изследованнаго участка, или кварцевый порфиръ, образующій, вероятно, жилы въ діоритѣ (можетъ быть также генетически связанныя съ гранитомъ).

Само собою понятно, что всѣ изложенные соображенья о генезисѣ жилъ описаннаго района, какъ основанныя на самомъ бѣгломъ изученіи собраннаго матеріала, никакъ не могутъ претендовать на безусловное ихъ признаніе; это – только предположенія, обстоятельная проверка которыхъ въ связи съ выясненіемъ намеченныхъ выше деталей геологическаго строенія изслѣдованнаго района, а также изученіемъ характера измѣненія боковыхъ породъ и микроструктуры жильнаго кварца – должны составить задачу детальной обработки собраннаго матеріала.

Томскъ. 15 февраля 1909 г.

*) См. Реутовскій "Пол. ископаем. Сибири", часть 1, стр. 4 и листъ II относящейся карты. П.П. Гудковъ.



ИЗВѢСТИЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 16. 1909. № 4.
I,

П. А. Казанскій.

МАТЕРІАЛЫ КЪ ИЗУЧЕНИЮ ФАУНЫ ЮРСКИХЪ ОТЛОЖЕНІЙ ДАГЕСТАНА
Съ 3 таблицами фототипіи.
1-116.

Посвящается памяти
проф. Льва Львовича Тове.

ИзслѢдованіе золотосодержащихъ руд въ Металлургической Лабораторіи 1 Томскаго Технологическаго Института.

В. Я. Мостовичъ и В. А. Пазухинъ

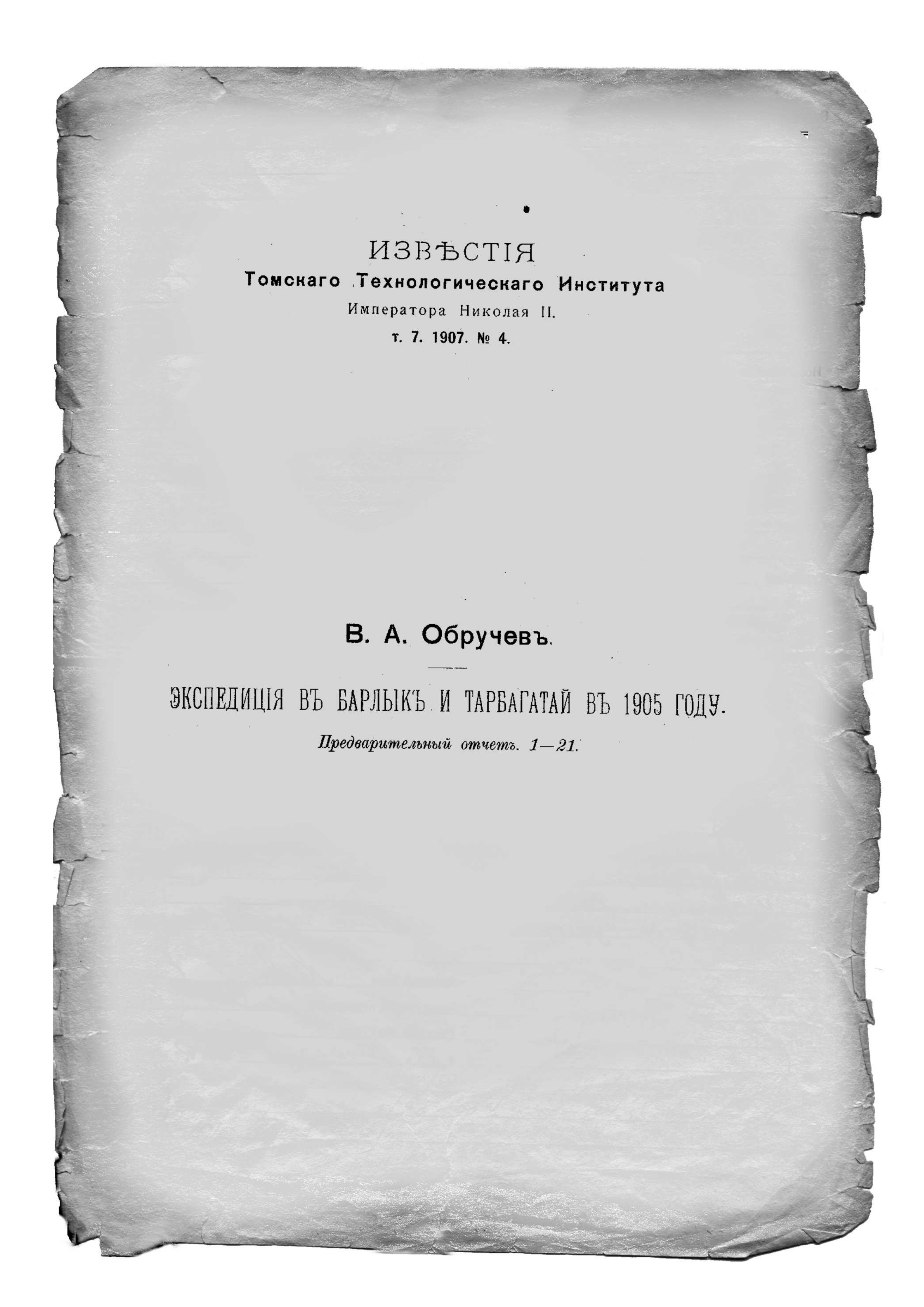
I.
Введеніе

Для извлеченія золота изъ золотосодержащихъ рудъ въ настоящее время пользуются пиро—и гидрометаллургическимъ способами. Пирометаллургическій способъ заключается въ плавке рудъ и примѢнимъ въ томъ случаѢ, если въ рудахъ на ряду съ благородными металлами содержатся мѢдь или свинецъ въ количествахъ, достаточныхъ для полнаго извлеченія благородныхъ металловъ. При плавкѣ медь и свинецъ являются, такъ называемыми, коллекторами золота и серебра и послѣдние концентрируются въ мѣдномъ штейнѣ или веркблеѣ, дальнѣйшая переработка которыхъ совершается по извѣстнымъ, установившимся въ металлургической практики способамъ.

Экономическая возможность плавки опредѣляется составомъ рудъ и рядомъ мѢстныхъ условій, каковы, напр., видъ и стоимость топлива, стоимость механической энергіи, рабочихъ рукъ и т. д.

Въ случай примѣнимости плавки лабораторныя изслѣдованія сводятся лишь къ опредъленію качественнаго и количественнаго состава матеріаловъ, подлежащихъ плавкѣ.

Гидрометаллургическіе способы включаютъ амальгамацію и ціанированіе, основанныя на растворимости золота въ ртути и ціанистомъ каліи. При примѣненіи этихъ способовъ всякая руда требуетъ индивидуальной промышленной обработки, такъ какъ количество извлекаемаго золота зависитъ отъ состава, характера руды и условій ея обработки. Схема и условія обработки данной руды, наиболее раціональныя въ техническомъ и экономическомъ отношеніяхъ, могутъ быть установлены при лабораторномъ изслѣдованіи небольшого количества вещества при одномъ лишь условіи, что это последнее представляетъ действительную среднюю пробу, отвѣчающую по своему составу всей массѣ матеріала, подлежащего обработке.



ИЗВѢСТІЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 7. 1907. № 4.

В. А. Обручевъ.

ЭКСПЕДИЦІЯ ВЪ БАРЛЫКЪ И ТАРБАГАТАЙ ВЪ 1905 ГОДУ.

Предварительный отчетъ. 1—21.

М. А. Усовъ.
Горный Инженеръ, стипендіатъ Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.

ФЕДОРОВСКІЙ

или

УНИВЕРСАЛЬНО-ОПТИЧЕСКІЙ МЕТОДЪ

ИЗСЛѢДОВАНІЯ

ПОРОДООБРАЗУЮЩИХЪ МИНЕРАЛОВЪ,

ВЪ ОСОБЕННОСТИ

ПОЛЕВЫХЪ ШПАТОВЪ.

Съ 10 таблицами.



ТОМСКЪ.
Типо-литографія Сибир. Т—ва Печатнаго Дѣла, уг. Дворянск. ул. и Ямск. пер. соб. д.
1910.

ИЗВѢСТІЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 17. 1910. № 1.

I.

М. Е. Янишевскій.

ФАУНА НИЖНЕ-КАМЕННОУГОЛЬНАГО ИЗВЕСТНЯКА ОКОЛО ПОСЕЛКА ХАБАРНАГО

Орскаго уѣзда, Оренбургской губ.

Съ 21 таблицей фототипій и картой.

1—305.

Извѣстія Томскаго Технологическаго Института Императора Николая II.
Т. XXI, 1911 г., № 1.

П. П. Гудковъ.

Рудникъ „6-ая Берикульская площадь“

въ Томскомъ горномъ округѣ.

(Предварительный отчетъ о лѣтней командировкѣ въ 1909 г.).

Съ 2 табл. чертежей и 2 рис. въ текстѣ.

Рудникъ „6-ая Берикульская площадь“ находится въ Маріинскомъ уѣздѣ Томской губерніи, въ 70 верстахъ къ югу отъ станціи Тяжинъ Сиб. ж. д. Отводъ рудника расположенъ въ долинѣ рѣчки Сухой Берикуль, впадающей въ Большой Берикуль—правый притокъ Кіи.

Окрестности „6-ой Берикульской площади“ представляютъ невысокое (по опредѣленію профессора Зайцева—около 685 метровъ) плато, которое, какъ увидимъ ниже, не является первичной тектонической формой рельефа, но обязано своимъ происхожденіемъ эрозіоннымъ процессамъ. Плато это изрѣзано рѣчками Сухой Берикуль, Большой Берикуль и нѣсколькими небольшими притоками того и другого. Долины рѣчекъ б. ч. не вполнѣ образованы, не широки и обладаютъ довольно крутыми склонами, изрѣзанными многочисленными поперечными ложками и рытвинками. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ рѣчки пересѣкаютъ толщу известняковъ, долины имѣютъ видъ настоящихъ ущелій.

Въ геологическомъ строеніи обслѣдованнаго участка главную роль играютъ: кристаллическій известнякъ, діоритовый порфиритъ, авгитово-біотитовый норито-діоритъ и роговообманковый гранитъ.

Известнякъ проходитъ широкой полосой вдоль нижней части долины Большого Берикуля и представляетъ бѣлую или желтовато-бѣлую ясно-кристаллическую породу, то средне-, то мелкзернистую. Характеръ напластованія известняка б. ч. совершенно неразличимъ; только въ одномъ мѣстѣ—на рѣчкѣ Сосновкѣ вблизи контакта известняка съ порфиритомъ—въ первомъ наблюдается отчетливая слоистость, обусловленная весьма правильнымъ чередованіемъ бѣлыхъ и темносѣрыхъ тонкихъ полосъ; параллельно слоистости порода обнаруживаетъ и довольно правильную сланцеватость, имѣющую паденіе на SO : 96° подъ угломъ около 76°.

Вся средняя часть долины Сухого Берикуля занята діоритовымъ порфиритомъ. Эта порода, въ которой, какъ увидимъ дальше, залегаютъ и

В. А. Обручевъ.

КЪ ВОПРОСУ о ПРОИСХОЖДЕНІИ ЛЁССА.

(Въ защиту эоловой гипотезы).

Съ 1 таблицей.

ТОМСКЪ.
Типо-лит. Сибирск. Т—ва Печатн. Дѣла, уг. Дворянск. ул. и Ямск. пер., с. д.
1911.